This is a digital copy of a book that was preserved for generations on library shelves before it was carefully scanned by Google as part of a project to make the world's books discoverable online.

It has survived long enough for the copyright to expire and the book to enter the public domain. A public domain book is one that was never subject to copyright or whose legal copyright term has expired. Whether a book is in the public domain may vary country to country. Public domain books are our gateways to the past, representing a wealth of history, culture and knowledge that's often difficult to discover.

Marks, notations and other marginalia present in the original volume will appear in this file - a reminder of this book's long journey from the publisher to a library and finally to you.

Usage guidelines

Google is proud to partner with libraries to digitize public domain materials and make them widely accessible. Public domain books belong to the public and we are merely their custodians. Nevertheless, this work is expensive, so in order to keep providing this resource, we have taken steps to prevent abuse by commercial parties, including placing technical restrictions on automated querying.

We also ask that you:

+ *Make non-commercial use of the files* We designed Google Book Search for use by individuals, and we request that you use these files for personal, non-commercial purposes.

+ *Refrain from automated querying* Do not send automated queries of any sort to Google's system: If you are conducting research on machine translation, optical character recognition or other areas where access to a large amount of text is helpful, please contact us. We encourage the use of public domain materials for these purposes and may be able to help.

+ *Maintain attribution* The Google "watermark" you see on each file is essential for informing people about this project and helping them find additional materials through Google Book Search. Please do not remove it.

+ *Keep it legal* Whatever your use, remember that you are responsible for ensuring that what you are doing is legal. Do not assume that just because we believe a book is in the public domain for users in the United States, that the work is also in the public domain for users in other countries. Whether a book is still in copyright varies from country to country, and we can't offer guidance on whether any specific use of any specific book is allowed. Please do not assume that a book's appearance in Google Book Search means it can be used in any manner anywhere in the world. Copyright infringement liability can be quite severe.

About Google Book Search

Google's mission is to organize the world's information and to make it universally accessible and useful. Google Book Search helps readers discover the world's books while helping authors and publishers reach new audiences. You can search through the full text of this book on the web at `http://books.google.com/`

Über dieses Buch

Dies ist ein digitales Exemplar eines Buches, das seit Generationen in den Regalen der Bibliotheken aufbewahrt wurde, bevor es von Google im Rahmen eines Projekts, mit dem die Bücher dieser Welt online verfügbar gemacht werden sollen, sorgfältig gescannt wurde.

Das Buch hat das Urheberrecht überdauert und kann nun öffentlich zugänglich gemacht werden. Ein öffentlich zugängliches Buch ist ein Buch, das niemals Urheberrechten unterlag oder bei dem die Schutzfrist des Urheberrechts abgelaufen ist. Ob ein Buch öffentlich zugänglich ist, kann von Land zu Land unterschiedlich sein. Öffentlich zugängliche Bücher sind unser Tor zur Vergangenheit und stellen ein geschichtliches, kulturelles und wissenschaftliches Vermögen dar, das häufig nur schwierig zu entdecken ist.

Gebrauchsspuren, Anmerkungen und andere Randbemerkungen, die im Originalband enthalten sind, finden sich auch in dieser Datei – eine Erinnerung an die lange Reise, die das Buch vom Verleger zu einer Bibliothek und weiter zu Ihnen hinter sich gebracht hat.

Nutzungsrichtlinien

Google ist stolz, mit Bibliotheken in partnerschaftlicher Zusammenarbeit öffentlich zugängliches Material zu digitalisieren und einer breiten Masse zugänglich zu machen. Öffentlich zugängliche Bücher gehören der Öffentlichkeit, und wir sind nur ihre Hüter. Nichtsdestotrotz ist diese Arbeit kostspielig. Um diese Ressource weiterhin zur Verfügung stellen zu können, haben wir Schritte unternommen, um den Missbrauch durch kommerzielle Parteien zu verhindern. Dazu gehören technische Einschränkungen für automatisierte Abfragen.

Wir bitten Sie um Einhaltung folgender Richtlinien:

+ *Nutzung der Dateien zu nichtkommerziellen Zwecken* Wir haben Google Buchsuche für Endanwender konzipiert und möchten, dass Sie diese Dateien nur für persönliche, nichtkommerzielle Zwecke verwenden.

+ *Keine automatisierten Abfragen* Senden Sie keine automatisierten Abfragen irgendwelcher Art an das Google-System. Wenn Sie Recherchen über maschinelle Übersetzung, optische Zeichenerkennung oder andere Bereiche durchführen, in denen der Zugang zu Text in großen Mengen nützlich ist, wenden Sie sich bitte an uns. Wir fördern die Nutzung des öffentlich zugänglichen Materials für diese Zwecke und können Ihnen unter Umständen helfen.

+ *Beibehaltung von Google-Markenelementen* Das "Wasserzeichen" von Google, das Sie in jeder Datei finden, ist wichtig zur Information über dieses Projekt und hilft den Anwendern weiteres Material über Google Buchsuche zu finden. Bitte entfernen Sie das Wasserzeichen nicht.

+ *Bewegen Sie sich innerhalb der Legalität* Unabhängig von Ihrem Verwendungszweck müssen Sie sich Ihrer Verantwortung bewusst sein, sicherzustellen, dass Ihre Nutzung legal ist. Gehen Sie nicht davon aus, dass ein Buch, das nach unserem Dafürhalten für Nutzer in den USA öffentlich zugänglich ist, auch für Nutzer in anderen Ländern öffentlich zugänglich ist. Ob ein Buch noch dem Urheberrecht unterliegt, ist von Land zu Land verschieden. Wir können keine Beratung leisten, ob eine bestimmte Nutzung eines bestimmten Buches gesetzlich zulässig ist. Gehen Sie nicht davon aus, dass das Erscheinen eines Buchs in Google Buchsuche bedeutet, dass es in jeder Form und überall auf der Welt verwendet werden kann. Eine Urheberrechtsverletzung kann schwerwiegende Folgen haben.

Über Google Buchsuche

Das Ziel von Google besteht darin, die weltweiten Informationen zu organisieren und allgemein nutzbar und zugänglich zu machen. Google Buchsuche hilft Lesern dabei, die Bücher dieser Welt zu entdecken, und unterstützt Autoren und Verleger dabei, neue Zielgruppen zu erreichen. Den gesamten Buchtext können Sie im Internet unter `http://books.google.com` durchsuchen.

BOSTON
MEDICAL LIBRARY
8 THE FENWAY

SITZUNGSBERICHTE

DER

KAISERLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

MATHEMATISCH-NATURWISSENSCHAFTLICHE CLASSE.

NEUNUNDSIEBZIGSTER BAND.

WIEN.

AUS DER K. K. HOF- UND STAATSDRUCKEREI.

IN COMMISSION BEI CARL GEROLD'S SOHN,
BUCHHÄNDLER DER KAISERLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

1879.

SITZUNGSBERICHTE

DER

MATHEMATISCH-NATURWISSENSCHAFTLICHEN CLASSE

DER KAISERLICHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

LXXIX. BAND. III. ABTHEILUNG.

JAHRGANG 1879. — HEFT I BIS V.

(Mit 6 Tafeln und 59 Holzschnitten.)

WIEN.

AUS DER K. K. HOF- UND STAATSDRUCKEREI.

IN COMMISSION BEI CARL GEROLD'S SOHN,

BUCHHÄNDLER DER KAISERLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

1879.

BOSTON MEDICAL
NOV 15 1955
LIBRARY

CATALOGUED
NOV 15 1955
A. J. D.

INHALT.

Seite

I. Sitzung vom 9. Jänner 1879: Übersicht 3

Hering, Beiträge zur allgemeinen Nerven- und Muskelphysiologie. I. Mittheilung: Über directe Muskelreizung durch den Muskelstrom. [Preis: 22 kr. = 44 Pfg.] 7

II. Sitzung vom 16. Jänner 1879: Übersicht 33

v. Basch, Über die Summation von Reizen durch das Herz. (Mit 51 Holzschnitten. [Preis: 40 kr. = 80 Pfg.] 37

III. Sitzung vom 23. Jänner 1879: Übersicht 76

IV. Sitzung vom 6. Februar 1879: Übersicht 83

Mayer, Studien zur Physiologie des Herzens und der Blutgefässe. VI. Abhandlung: Über die Erscheinungen im Kreislaufapparate nach zeitweiliger Verschliessung der Aorta. [Preis: 30 kr. = 60 Pfg.] 87

V. Sitzung vom 13. Februar 1879: Übersicht 134

Hering, Über Muskelgeräusche des Auges. [Preis: 18 kr. = 36 Pfg.] 137

VI. Sitzung vom 6. März 1879: Übersicht 157

Klemensiewicz, Über lacunäre Usur der quergestreiften Muskelfasern. (Mit 1 Tafel.) [Preis: 30 kr. = 60 Pfg.] 162

Langer, Die Musculatur der Extremitäten des Orang als Grundlage einer vergleichend-myologischen Untersuchung. (Mit 2 Tafeln.) [Preis: 80 kr. = 1 RMk. 60 Pfg.] . . . 177 + 1 Tab

VII. Sitzung vom 13. März 1879: Übersicht 223

VIII. Sitzung vom 20. März 1879: Übersicht 226

IX. Sitzung vom 3. April 1878: Übersicht 233

Hering, Beiträge zur allgemeinen Nerven- und Puskelphysiologie. II. Mittheilung. Über die Methoden zur Untersuchung der polaren Wirkungen des elektrischen Stromes im quergestreiften Muskel. (Mit 1 Holzschnitt.) [Preis: 25 kr. = 50 Pfg.] 237

X. Sitzung vom 17. April 1879: Übersicht 263

Brücke, Über den Zusammenhang zwischen der freiwilligen Emulgirung der Öle und dem Entstehen sogenannter Myelinformen. [Preis: 12 kr. = 24 Pfg.] 267

Seite

XI. Sitzung vom 8. Mai 1879: Übersicht 279

Briggs, Notiz über die Bedeutung des *Ligamentum iridis pectinatum*. (Mit 1 Tafel.) [Preis: 15 kr. = 30 Pfg.] 284

Biedermann, Beiträge zur allgemeinen Nerven- und Muskelphysiologie. III. Mittheilung. Über die polaren Wirkungen des elektrischen Stromes im entnervten Muskel. (Mit 2 Tafeln und 7 Holzschnitten.) [Preis: 45 kr. = 90 Pfg.] 289

XII. Sitzung vom 15. Mai 1879: Übersicht 321

XIII. Sitzung vom 23. Mai 1878: Übersicht 325

SITZUNGSBERICHTE

DER

KAISERLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

MATHEMATISCH-NATURWISSENSCHAFTLICHE CLASSE.

LXXIX. Band.

DRITTE ABTHEILUNG.

1.

Enthält die Abhandlungen aus dem Gebiete der Physiologie, Anatomie und theoretischen Medicin.

I. SITZUNG VOM 9. JÄNNER 1879.

Herr Hofrath Freih. v. Burg übernimmt als Alterspräsident den Vorsitz.

Herr L. J. Swift in Rochester (U. S.) dankt für die ihm von der kaiserlichen Akademie der Wissenschaften zuerkannte goldene Preismedaille für die Entdeckung eines teleskopischen Kometen am 11. April 1877.

Herr Prof. Dr. A. Frič in Prag dankt für den ihm von der Akademie zur Fortsetzung seines Werkes über die Fauna der Gaskohle des Pilsner und Rakonitzer Beckens gewährten zweiten Subventionsbeitrag.

Die Section der geologischen Arbeiten von Portugal in Lissabon übermittelt die auf Staatskosten herausgegebene geologische Karte des Königreiches Portugal.

Das w. M. Herr Dr. L. J. Fitzinger legt die vierte, zugleich Schlussabtheilung seiner Abhandlung „Kritische Untersuchungen über die Arten der natürlichen Familie der Hirsche *(Cervi)*“ vor, welche die südamerikanischen Gattungen „*Subulo*,“ „*Doryceros*“ und „*Nanelaphus*“ und die südasiatische Gattung „*Prox*“ umfasst, nebst einigen Nachträgen zu den früheren Abtheilungen dieser Abhandlung und einem Anhange über einige zweifelhafte oder nur sehr unvollständig bekannt gewordene Arten.

Das w. M. Herr Prof. Dr. E. Hering in Prag übersendet eine Abhandlung unter dem Titel: „Beiträge zur allgemeinen Nerven- und Muskelphysiologie aus dem physiologischen Institute zu Prag. Erste Mittheilung: „Über directe Muskelreizung durch den Muskelstrom“.

Das c. M. Herr Regierungsrath Prof. Dr. A. v. Waltenhofen in Prag übersendet eine Abhandlung: „Über das magnetische Verhalten des pulverförmigen Eisens“.

Herr Professor Dr. Victor Pierre in Wien übersendet eine vorläufige Mittheilung über einige in seinem Laboratorium von

Herrn G. L. Ciamician ausgeführte „Spectroskopische Untersuchungen".

Der Secretär legt noch folgende eingesendete Abhandlungen vor:

1. „Discussion eines mehrfachen Integrals", von Herrn Dr. Victor Sersawy, Privatdocent für Mathematik an der Wiener Universität.
2. „Bestimmung der Elasticitätscoëfficienten durch Biegung eines Stabes", von Herrn Prof. W. Pscheidl am Staatsgymnasium in Teschen.
3. „Die Beschreibung und Zeichnung eines von Herrn Johann Kersovani, Civil-Ingenieur in Görz, erfundenen neuen Wasserrades—Schaufelrades mit Excenter (Breg).

Der Secretär legt ein zur Wahrung der Priorität eingesendetes versiegeltes Schreiben des Herrn Dr. Oskar Simony in Wien vor, welches die Aufschrift führt: „Über ein neues Problem der Ballistik".

Ferner bringt der Secretär der Classe zur Kenntniss, dass Herr Dr. M. Wilckens, Professor an der k. k. Hochschule für Bodencultur in Wien, um die Zurückstellung des in der Sitzung am 8. November 1877 vorgelegten Prioritätsschreibens, betreffend die Pferdeniere, ersucht, nachdem derselbe die darauf bezügliche Untersuchung in seinem Buche: „Form und Leben der landwirthschaftlichen Hausthiere" veröffentlicht hat.

Das w. M. Herr Director Dr. J. Hann überreicht eine für die Sitzungsberichte bestimmte Abhandlung: „Die tägliche Periode der Geschwindigkeit und der Richtung des Windes".

Das c. M. Herr Prof. Dr. L. v. Barth überreicht eine in seinem Laboratorium ausgeführte Arbeit: „Über die Einwirkung von Salpetrigsäure-Anhydrid auf Protokatechusäure" von Dr. Max Gruber.

Herr Dr. J. Puluj, Privatdocent und Assistent am physikalischen Cabinete der Wiener Universität, legt eine Abhandlung, betitelt: „Über die innere Reibung in einem Gemische von Kohlensäure und Wasserstoff", vor.

An Druckschriften wurden vorgelegt:

Academia, Real de ciencias medicas fisicas y naturaes de la Habana. Tome XV. Entrega 172. Habana, 1878; 8°.

Academia Real das Sciencias: Carta geologica de Portugal von Ribeiro und Deleado. 1876; gr. Folio.

Academie Royale de Belgique: Biographie nationale. Tome V. 2me Partie. Bruxelles, 1876; 8°. — Tome VI. 1re Partie. Bruxelles, 1877; 8°.

— — Mémoires couronnés et autres Memoires. Tome XXVII & XXVIII. Bruxelles, Mai 1877; 8° et Juillet 1878; 8°.

— — Mémoires couronnés et Mémoires des savants Étrangers. Tome XL. Bruxelles, 1876; 4°. — Tome XLI. Bruxelles, 1878; 4°. — Tome XLII. Bruxelles, 1878; 4°.

— — Tables des Logarithmes à 12 décimales jusqu'à 434 Milliards par A. Namur. Bruxelles, 1877; 8°.

— de Médecine: Bulletin. 2me Série. Tome VII. Nrs. 50—53. Paris, 1878; 8°.

Apotheker-Verein, allgemeiner österr.: Zeitschrift nebst Anzeigenblatt. XVI. Jahrgang. Nr. 36. Wien, 1878; 4°.

— — XVII. Jahrgang. Nr. 1. Wien, 1879; 4°.

Astronomische Nachrichten. Band 94, 1. Nr. 2233. Kiel, 1879; 4°.

Comptes rendus des Séances de l'Académie des Sciences. Tome LXXXVII. Nrs. 24, 25 & 60. Paris, 1878; 4°.

Freiburg i. Br.: Universität: Akademische Schriften pro 1877/8. 24 Stücke 4° & 8°.

Gesellschaft, astronomische: Vierteljahresschrift. XIII. Jahrgang. 3. Heft. Leipzig, 1878; 8°.

— k. k. geographische in Wien: Mittheilungen. Band XXI (n. F. XI). Nr. 11 & 12. Wien, 1878; 4°.

Gewerbe-Verein, nied.-österr. Wochenschrift. XXXIX. Jahrgang Nr. 51 & 52. Wien, 1878; 4°. — XL. Jahrgang Nr. 1. Wien, 1879; 4°.

Ingenieur- und Architekten-Verein, österr.: Wochenschrift. III. Jahrgang, Nr. 51 & 52. Wien, 1878; 4°. — IV. Jahrgang, Nr. 1. Wien, 1879; 4°.

Journal, the American of Science and Arts. 3. Series. Vol. XVI. (Whole Number, CXVI.) Nr. 96. December, 1878. New Haven; 8°.

Landbote, der steirische: Organ für Landwirthschaft u. Landes kultur. XI. Jahrgang, Nr. 15—25. Graz, 1878; 4°. — XII. Jahrgang, Nr. 1. Graz, 1879; 4°.

Mittheilungen aus Justus Perthe's geographischer Anstalt, von Dr. A. Petermann. XXIV. Band. 1878; XII. Gotha, 1878; 4°. Ergänzungsheft Nr. 56: Credner, Die Deltas. Gotha, 1878; 4°.

Moniteur scientifique du Docteur Quesneville: Journal mensuel. XXIII. Année. 3ᵉ Série. Tome IX. 445ᵉ Livraison. — Janvier 1879. Paris; 4°.

Museum of comparative Zoology at Harvard College: Annual Report of the curator to the President and Fellows of Harvard College for 1877—78. Cambridge, 1878; 8°.

Nature. Vol. 19. Nrs. 477—479. London, 1878, 9; 4°.

Observatory, The. Nr. 20 & 21. London, 1878, 9; 8°.

Osservatorio del Collegio reale Carlo Alberto: Bollettino meteorologico. Vol. XIII. Num. 5. Torino, 1878; 4°.

Repertorium für Experimental-Physik, von Dr. Ph. Carl. XV. Band, 1. Heft. München. 1879; 8°.

„Revue politique et littéraire" et „Revue scientifique de la France et de l'Étranger". VIIIᵉ année, 2ᵉ série. Nrs. 25, 26 & 27. Paris, 1878/9; 4°.

Società, J. R. agraria di Gorizia: Atti e Memorie. Anno XVII. Nuova Serie. Nr. 9 e 10; Nr. 11 e 12. Gorizia, 1878; 8°.

Société des Ingénieurs civils: Memoires et compte rendu des travaux: 3ᵉ série 31ᵉ année, 4ᵉ Cahier. Juillet et Août 1878. Paris; 8°.

— des Sciences naturelles de Neuchatel: Bulletin. Tome XI. 2ᵉ Cahier. Neuchatel, 1878; 8°.

— géologique de France: Bulletin. 3ᵉ série, tome Vᵉ 1877. Nr. 11. Paris, 1876 à 1877; 8°.

Verein für Erdkunde zu Dresden: XV. Jahresbericht. Wissenschaftlicher, dann geschäftlicher Theil u. Sitzungsberichte. Dresden, 1878; 8°.

Wiener Medizinische Wochenschrift. XXVIII. Jahrgang, Nr. 51 & 52. Wien, 1878; 4°. — XXIX. Jahrgang, Nr. 1. Wien, 1879; 4°.

Beiträge zur allgemeinen Nerven- und Muskelphysiologie.

(Aus dem physiologischen Institut zu Prag.)

Erste Mittheilung:

Über directe Muskelreizung durch den Muskelstrom.

Von dem w. M. **Ewald Hering,**
Professor der Physiologie.

Du Bois-Reymond hat die Möglichkeit der Erregung des Nerven durch den eigenen Strom dargethan; er hat ferner den Versuchen über Erregung des Nerven durch den Muskelstrom eine exacte und durchsichtige Form gegeben; doch über directe Erregung des Muskels durch den Muskelstrom hat er, so viel mir bekannt ist, nichts mitgetheilt. Ebenso wenig habe ich bei andern Autoren etwas über diesen Gegenstand gefunden.

Auf den ersten Blick erscheint es in der That unwesentlich, ob man das Nerv-Muskelpräparat oder einen blossen Muskel als physiologisches Rheoskop benützt, da es sich von selbst versteht, dass auch der blosse Muskel zucken wird, wenn einerseits der erregende Muskelstrom, anderseits die Empfindlichkeit des Muskels gross genug ist. Auch erscheint der Muskel von vorn herein wegen seiner im Vergleich zum Nerven geringeren Empfindlichkeit gegen elektrische Ströme als das minder zweckmässige Rheoskop. Gleichwohl wird das Folgende lehren, dass wir mit Unrecht die Untersuchung der directen Reizung des Muskels durch den Muskelstrom vernachlässigt haben; denn diese Vernachlässigung hat uns zu einer falschen Deutung gewisser Versuche und zahlreicher dem Muskelphysiologen sich häufig darbietenden Erscheinungen geführt, bei welchen es sich insbesondere um Erregung des Muskels durch den eigenen Strom handelt.

1. Zuckung des Muskels in Folge plötzlicher Nebenschliessung seines Stromes durch eine leitende Flüssigkeit.

Man präparire den *M. sartorius* eines vollkommen curarisirten Frosches sorgfältig frei, lasse aber entweder sein oberes Ende mit dem Beckenknochen oder sein unteres mit der Tibia in Verbindung, damit man ihn mittels des Knochens in einer Klemme befestigen, und den Muskel frei herabhängen lassen kann. Bei der Präparation achte man besonders darauf, dass das freie Ende des Muskels unverletzt erhalten werde. Erscheint der aufgehängte Muskel gekrümmt, oder ist er partiell durch Contraction verdickt, oder zuckt er gar spontan, so verwerfe man ihn. Hängt er aber vertical und in seiner natürlichen Form herab, so trenne man an seinem freien Ende mit raschem Schnitte ein 1^{mm} langes Stück des Muskels derart ab, dass man eine möglichst horizontale Schnittfläche bekommt. Hierauf nähere man von unten her eine kleine Schale Kochsalzlösung von beiläufig 0·6% und Zimmertemperatur der Schnittfläche, und man wird, wenn der Muskel nicht in einem ganz abnormen Zustande ist, also fast sicher, den Muskel in dem Augenblicke lebhaft zucken sehen, in welchem die Kochsalzlösung den frischen Querschnitt berührt. Dabei wird der Muskel, wenn man die Schale ruhig gehalten hat, seine Schnittfläche von der Flüssigkeit losreissen, falls die Verkürzung irgend ausgiebig war, sich aber meist sofort wieder verlängern, abermals in die Lösung tauchen und nochmals zucken, welches Spiel sich öfter wiederholen kann. Ist der Muskel, weil man zu tief eingetaucht oder die Schale während der Zuckung noch weiter gehoben hat, oder endlich, weil die Verkürzung zu unausgiebig war, trotz der Zuckung mit der Flüssigkeit in Contact geblieben so braucht man nur letzteren durch Senkung der Schale zu lösen und dieselbe dann abermals bis zur Berührung zu heben, um eine zweite, dritte Zuckung u. s. w. zu erhalten. Doch werden hiebei die Zuckungen nach und nach schwächer.

Zweckmässig ist es, die Klemme, welche den Knochen des Muskels trägt, an einem Horizontalstabe anzubringen, welcher an einer verticalen Zahnstange mittels eines Triebes hinauf- und hinabgeschoben werden kann. Man stellt dann die Schale mit

der Kochsalzlösung gerade unter den Muskel und senkt den Muskel vorsichtig herab bis zur Berührung mit der Flüssigkeit. So gelingt es leicht, eine ganze Reihe von Zuckungen des Muskels sich folgen zu sehen, der Muskel tanzt gleichsam rhythmisch über der Flüssigkeit, weil jede Zuckung den Contact aufhebt, derselbe sich aber sofort wieder herstellt, abermals eine Zuckung ausgelöst wird und so fort. Ich habe in dieser Weise einmal einen Muskel über hundert Male in rhythmischer Weise zucken gesehen, und als dann die nächste Zuckung zu schwach war, um die Schnittfläche des Muskels aus der Flüssigkeit herauszuziehen, habe ich durch Hebung des Muskels und abermaliges Eintauchen desselben noch eine Reihe von Zuckungen herbeigeführt. Zu einer so langen Reihe von gleichsam spontanen Zuckungen gehört jedoch ein immerhin seltenes Zusammentreffen günstiger Umstände. Wenn dasselbe aber eintritt, so hat man eines der interessantesten Schauspiele vor sich, welche die experimentelle Muskelphysiologie kennt.

Es ist im Wesentlichen gleichgiltig, ob man an dem einen oder andern Ende des Muskels den Querschnitt anlegt; ich selbst habe vorzugsweise das Beckenende des Muskels benützt und also den Muskel mittels der Tibia befestigt.

Wie man sieht, ist die ganze Einrichtung des Versuches im Wesentlichen dieselbe, welche Kühne in seiner bekannten Arbeit über chemische Reizung des Muskels [1] benützte, nur dass derselbe ausser verschiedenen Kochsalzlösungen zahlreiche andere Flüssigkeiten anwandte. Man kann also zunächst auf die Vermuthung kommen, das es sich bei dem beschriebenen Versuche um eine chemische Reizung des frischen Muskelquerschnittes handle, und dies um so mehr, als, wie ich sogleich bemerken will, der Versuch mehr oder weniger gut mit den wässrigen Lösungen sehr verschiedener Chemikalien gelingt, nicht aber mit reinem Wasser, wodurch zugleich die Annahme einer mechanischen oder thermischen Reizung ausgeschlossen wird, wenn man Wasser und Kochsalzlösung von gleicher Temperatur benützt.

Eine nähere Überlegung macht es jedoch von vorn herein höchst unwahrscheinlich, dass es sich hier um eine chemische

[1] Reichert und Du Bois-Reymond's Archiv. Jahrg. 1859.

Reizung handle. Denn erstens ist eine Kochsalzlösung von 0·6% eine Flüssigkeit, die man nicht als eine starkerregende ansehen darf, da Froschmuskeln Tage lang in derselben liegen können, ohne ihre Erregbarkeit zu verlieren. Man kann Sartorien, wenn sie ganz unverletzt sind, in dieser Lösung oft lange liegen sehen, ohne dass sie im Mindesten zucken. Ich selbst habe einmal die oben beschriebenen Versuche mit schlagendem Erfolge an einem Muskel angestellt, der, allerdings noch unverletzt, bereits eine und eine halbe Stunde regungslos in jener Kochsalzlösung gelegen hatte. Man könnte jedoch mit Recht einwenden, dass hier das Sarkolemm die contractile Substanz geschützt habe, und dass es gerade auf die directe Berührung zwischen der letzteren und der Lösung ankomme, obwohl die schon nach einigen Secunden durch das unverletzte Sarkolemm hindurch eintretende Wirkung der wahren chemischen Muskelreizung jederzeit leicht zu demonstriren ist.

Was aber ganz besonders eine bloss chemische Reizung bei unserem Versuche sogleich ausschliesst, ist die Thatsache, dass der Muskelquerschnitt, wenn er einmal mit der Kochsalzlösung in Berührung kommt, sich sogleich durch Attraction derselben ausgiebig benetzt, und dass bei der Wiederlösung des Contactes eine Flüssigkeitsschichte am Querschnitt hängen bleibt. Diese anhängende Flüssigkeit bringt gleichwohl keine weitere Zuckung hervor, und wenn man dafür gesorgt hat, dass nach einmaligem Eintauchen und Zucken der Querschnitt nicht wieder mit der Flüssigkeit in Berührung kommt, so bleibt der Muskel fast immer (s. u.) ganz ruhig hängen, bis man seinen Querschnitt abermals mit der Lösung berührt, worauf er sofort wieder zuckt. Wenn die Lösung chemisch reizte, so müsste der Reiz wegen der am Querschnitte haftenden Flüssigkeit fortwirken, und der Muskel in länger dauernde Verkürzung oder Unruhe gerathen; oder wenn man annehmen wollte, der chemische Reiz habe die äusserste Schichte am Querschnitte sofort abgetödtet, und diese todte Schichte schütze die übrige vor dem Fortwirken des Reizes, so dürfte der Muskel auch nicht wieder augenblicklich zucken, wenn er abermals mit der Flüssigkeit in leichte Berührung gebracht wird.

Gegen die chemische Reizung spricht ferner der Umstand, dass man durch die Kochsalzlösung von 0·6% eine Zuckung nicht

hervorrufen kann, wenn man den frischen Querschnitt vorsichtig mit derselben nur eben benetzt. Bringt man z. B. auf eine kleine Glasplatte ein sehr kleines Tröpfchen der Lösung und berührt damit von unten her den Querschnitt, so zuckt der Muskel auch dann nicht, wenn der ganze Querschnitt benetzt wurde. Die Flüssigkeit, in welche der Querschnitt eintaucht, muss also in einer gewissen Quantität vorhanden sein, welche viel grösser ist, als zur ausgiebigen Benetzung des Querschnittes und zu einer chemischen Reizung desselben nöthig wäre.

Aber selbst grössere Quantitäten der Flüssigkeit genügen nicht, die Zuckung hervorzurufen, wenn man dafür sorgt, dass die Flüssigkeit eben nur den Querschnitt berühren und nur in minimaler Menge auf die Längsoberfläche des Muskels gelangen kann. Dies zu erreichen, ist freilich nicht möglich, wenn man in der oben beschriebenen Weise, z. B. mittels eines Triebes, auch noch so vorsichtig den Contact zwischen Querschnitt und Flüssigkeit herstellt; denn die letztere wird durch Attraction mit grosser Schnelligkeit über die Ränder des Querschnittes hinaufgehoben. Aber es lässt sich gleichwohl letzteres verhüten. Man bestreiche möglichst dünnes Seidenpapier mit einem sehr weichen neutralen Fette in dünner Lage, schneide daraus einen einige Millimeter breiten Streifen, und lege denselben um das untere Ende des Muskels derart, dass sein unterer Rand mit dem Rande des Querschnittes zusammenfällt, jedenfalls aber den letzteren nicht überragt. Es lässt sich dies leicht ausführen. Man legt die beiden Enden des langen Streifens so an einander, dass sie durch das Fett zusammengeklebt werden und der Streifen eine Schlinge bildet; diese nähert man mit der linken Hand von unten her dem Muskel, so dass er mit seinem Ende in dieselbe zu liegen kommt. Dann fasst man mit der rechten Hand den spitzwinkligen Theil der Schlinge zwischen die Branchen einer feinen, nicht gezahnten Pincette, und schiebt dieselbe, während man das Ende des Streifens festhält, bis an den Muskel heran, wodurch die Schlinge gleichsam zugezogen wird und nun dicht am Muskel anliegt. Die verklebten Enden des Streifens schneidet man in einer Entfernung von 1^{mm} vom Muskel ab. Bei einiger Geschicklichkeit bringt man es leicht dahin, dass der untere Rand des fettigen Streifens ziemlich genau dem Rande des Muskelquer-

schnittes anliegt, ohne dass man den Querschnitt selbst mit Fett bedeckt, was sorgsam zu vermeiden ist. Ein so vorbereiteter Muskel gibt bei Berührung seines Querschnittes mit der erwähnten Kochsalzlösung keine Zuckung, was doch der Fall sein müsste, wenn eine chemische Reizung stattfände. Nur wenn der untere Rand des Längsschnittes stellenweise unbedeckt geblieben, kann eine sehr schwache, partielle Zuckung entstehen. Der Grund des Nichterfolges liegt lediglich darin, dass die Flüssigkeit nur den Querschnitt benetzt und nicht über den fettigen Rand der Längsoberfläche des Muskels hinaufgezogen werden kann. Taucht man dagegen den Muskel bis über den Streifen in die Flüssigkeit, so erhält man, wenn die Muskeloberfläche nicht mit Fett verunreinigt und der Streifen nicht zu breit ist, wieder eine Zuckung.

Aus diesen Abänderungen des Versuches ersieht man, dass zum Gelingen desselben einerseits die Herstellung einer leitenden Verbindung zwischen dem Querschnitt und dem untersten Theile der Längsoberfläche nothwendig ist, und dass anderseits diese Leitung keinen zu grossen Widerstand haben, d. h. die Quantität der Kochsalzlösung, durch welche sie hergestellt wird, nicht zu gering sein darf.

Nach alledem wird wohl Niemand zweifeln, dass die beschriebene Zuckung durch den Muskelstrom erzeugt wird, welcher beim Eintauchen in die Flüssigkeit plötzlich eine neue Schliessung mit verhältnissmässig geringem Widerstande findet und daher in der Muskelsubstanz selbst eine Schwankung erfährt, welche hinreicht, den Muskel zu erregen.

Aus diesem Gesichtspunkte erklären sich die oben beschriebenen Versuche ebenso wie einige sogleich zu erörternde Modificationen derselben in zwangloser Weise.

Ein elektrischer Strom ruft bekanntlich im Allgemeinen eine eigentliche Zuckung nur dann hervor, wenn der Strom eine rasche Schwankung erleidet. Diese ist bei unserem Versuche dadurch gegeben, dass die Kochsalzlösung, sobald sie den Muskel auch nur an einer kleinen Stelle berührt, sogleich mit grosser Geschwindigkeit attrahirt wird und daher fast momentan den ganzen Querschnitt und den untersten Theil der Längsoberfläche benetzt.

Sorgen wir dafür, dass diese Benetzung langsam erfolgt, so bleibt auch die Zuckung aus. Man erreicht dies dadurch, dass man vorsichtig vom eingespannten Knochen aus Flüssigkeit nach und nach am Muskel herabfliessen lässt, welche sich am frischen Querschnitte zu einem Tropfen ansammelt, ohne eine eigentliche Zuckung auszulösen. Höchstens beginnt der Muskel, wenn er sehr empfindlich ist, unruhig zu werden, eine Erscheinung, die weiter unten zu besprechen und zu erklären ist. Lässt man die Flüssigkeit zu schnell und reichlich am Muskel herabfliessen, und entsteht rasch ein grosser Tropfen am untern Ende, so erfolgt am hinreichend empfindlichen Muskel wirklich eine Zuckung. Bleibt sie aber auch dabei aus, so braucht man nur den anhängenden Tropfen zu entfernen und dann den Querschnitt wieder in die Lösung zu tauchen, um den Muskel sofort wieder zucken zu sehen.

Nach wiederholter Benetzung nimmt die Empfindlichkeit des Muskels gegen die Berührung seines Endes mit der Salzlösung ab; man muss ihn dann etwas tiefer eintauchen, um eine Zuckung zu bekommen. Geschieht nun dies Eintauchen zu langsam, so bleibt die eigentliche Schliessungszuckung aus, und der Muskel bleibt entweder ganz ruhig, oder es zeigt sich nur eine mehr oder weniger lebhafte Unruhe des Muskels, die vorübergehend oder auch anhaltend sein kann; taucht man aber das Muskelende sehr rasch und hinreichend tief ein, indem man die Schale von unten her schnell heranbewegt, so zuckt der Muskel wieder. Dabei wird man sehr bald die etwaige passive Bewegung des Muskels, welche durch das rasche Hineinschieben in die Flüssigkeit bedingt ist, von der activen Zuckung unterscheiden lernen, wenn etwa die Zuckung nicht mehr so stark ist, um von vorn herein jeden Irrthum auszuschliessen. Immer macht die Zuckung bei etwas tieferem Eintauchen des Muskels den Eindruck, als ob sie schwächer wäre; bei frischem Querschnitte aber hat dies seinen Grund nur darin, dass der Muskel zu stark durch die Adhäsion und Cohäsion der Flüssigkeit von derselben festgehalten wird. Man sieht oft deutlich, wie er das Wasser hinaufzieht, ohne doch die Cohäsion desselben überwinden zu können.

Die Lösung des Contactes zwischen Muskel und Flüssigkeit führt keine Zuckung herbei. Selbst nach längerem Eintauchen und plötzlichem Herausheben des Muskel-

querschnittes aus der Flüssigkeit konnte ich nie eine Zuckung des Muskels wahrnehmen.

Es versteht sich, dass der Versuch auch an andern Muskeln gelingt, doch sind die Zuckungen derselben nicht so ausgiebig, wie die des Sartorius, weil die Muskeln entweder kürzer sind, als dieser, oder nicht parallelfaserig, oder durch Inscriptionen getheilt, oder endlich weil sie zu dick sind; denn der Muskel wird, wie es scheint, bei der Nebenschliessung seines Stromes nicht in allen Fasern gleich stark erregt, sondern die Erregung ist nur eine partielle, und die nicht erregten Fasern hemmen die Verkürzung der erregten.

Verwundet man irgend einen curarisirten Muskel und lässt auf die Wunde einen Tropfen leitender Flüssigkeit herabfallen, so zucken die durchschnittenen Fasern, und die Wundränder werden plötzlich auseinander gezogen, so dass die Wunde vorübergehend stärker klafft. Man mache z. B. in einen Muskel des enthäuteten Oberschenkels einen mehrere Millimeter tiefen Schnitt, und lasse dann die erwähnte schwache Kochsalzlösung oder Froschlymphe oder Blutserum auf die Wunde in grossen Tropfen herabfallen, so wird günstigen Falls jeder Tropfen eine Zuckung auslösen. Ich habe einmal dreissig solche Zuckungen sich folgen gesehen, und hätte noch mehr erhalten, wenn ich den Versuch fortgesetzt hätte.

Am Sartorius sowohl, als an jedem andern Muskel kann man bekanntlich statt durch einen Schnitt auch durch chemische oder thermische Alteration des Muskelendes einen starken Muskelstrom herbeiführen. Man tauche z. B. das ganz unversehrte tibiale Ende des Sartorius zuerst probeweise in die schwache Salzlösung, um sich zu überzeugen, dass dabei keine Zuckung eintritt. Dann tödte man ein, wenige Millimeter langes Stück am Muskelende durch Hitze oder auf chemischen Wege vorsichtig ab. Taucht man hierauf das Muskelende rasch bis über die Demarcationsfläche in schwache Kochsalzlösung, so zuckt der Muskel regelmässig. Da bei solcher thermischen oder chemischen Abtödtung die Zerstörung des Sarcolemms vermieden werden kann, so kann auch die Zuckung nicht auf chemische Reizung des blossliegenden Faserinhaltes bezogen werden.

Wie aus dem Gesagten hervorgeht, ist jeder verwundete oder sonstwie alterirte curarisirte Muskel, sofern er nur einen kräftigen

Strom hat und noch hinreichend erregbar ist, der Möglichkeit ausgesetzt, durch eine plötzliche Nebenschliessung seines Stromes erregt zu werden, und es ist leicht ersichtlich, dass mancherlei Muskelzuckungen, welche beim Experimentiren zur Beobachtung kommen, bis jetzt fälschlich als spontane oder durch chemische Reizung herbeigeführte angesehen wurden.

Da bei den bisher beschriebenen Versuchen die rasche Herstellung einer gut leitenden Nebenschliessung des Muskelstromes das Wesentliche ist, so könnte man meinen, dass eine metallische Nebenschliessung zweckmässiger sein werde, als die durch Kochsalzlösung; doch ist dies keineswegs der Fall. Ich habe wiederholt den frischen Querschnitt des aufgehängten Muskels mit einer Platinplatte in Berührung gebracht, dann einen Platindraht an verschiedenen Stellen des natürlichen Längsschnittes angelegt, und Platte und Draht mittels eines Quecksilberschlüssels leitend verbunden, aber nur selten und dann nur schwache Zuckungen bekommen. Dasselbe war der Fall, wenn nur Quecksilber oder andere Metalle zur Nebenschliessung benutzt wurden. Der Grund des Misserfolges liegt in der raschen Polarisation des Metalls. Schon du Bois-Reymond hat gezeigt, [1] dass man bei Ableitung des Muskelstromes mit Platin nur äusserst schwache Ablenkungen des Magneten erhält.

Nur bei Anwendung amalgamirten Zinkes gelang es öfter, durch die rein metallische Nebenschliessung des Muskelstromes den Sartorius zu schwacher Zuckung zu bringen.

Legt man aber den Muskel mit dem frischen Querschnitte einerseits, und einer dem Querschnitte benachbarten Stelle der Längsoberfläche anderseits, auf die Thonstücke der unpolarisirbaren Zinktrogelektroden du Bois-Reymond's, und schliesst den Strom durch Quecksilber, so erhält man ebenfalls eine Zuckung des Muskels, auch wenn die Electroden ganz unwirksam sind.

Schliesslich möge noch erwähnt werden, dass ich die hier beschriebenen Versuche auch am nicht curarisirten Sartorius mit Erfolg angestellt, aber denselben nicht so geeignet gefunden habe, wie den curarisirten, was seinen Grund wenigstens zum

[1] Reichert und Du Bois-Reymond, Archiv für Anatomie und Physiologie. Jahrg. 1867. S. 487.

Theil darin haben dürfte, dass, wie besonders Roeber[1] ausführlich dargethan hat, der curarisirte Muskel eine grössere elektromotorische Kraft zeigt, als der unvergiftete. Eine genauere vergleichende Untersuchung beider Arten von Muskeln habe ich noch nicht angestellt. Da bei unvergifteten Muskeln auch eine gleichzeitige Erregung der intramusculären Nerven durch den Muskelstrom in Betracht zu ziehen ist, so sind die Verhältnisse hier viel verwickelter. Die nervenlosen Endstücke des Muskels fand ich in der That wiederholt, doch nicht constant, minder empfindlich als den übrigen Muskel. Aber bei dem grossen Einflusse zufälliger Umstände, welche den Erfolg mit bestimmen, können hier ebenfalls nur grosse Versuchsreihen sichere Ergebnisse haben. Die Angabe Kühne's,[2] dass der, infolge der Berührung seines Querschnittes mit Flüssigkeit zuckende Muskel, wenn ihm der Nerv eines andern Muskels anliegt, diesen in secundäre Zuckung versetzt, kann ich bestätigen. Über das Verhalten der intramusculären Nerven aber gegen den Strom und die Stromschwankungen im eigenen Muskel habe ich keine Erfahrungen.

2. Längere Erregung des Muskels durch dauernde Nebenschliessung seines Stromes mittels einer Flüssigkeit.

Ich habe schon oben darauf hingewiesen, dass der mit dem Querschnitte eingetaucht gewesene und am freien Ende noch mit der Kochsalzlösung benetzte Muskel auch nach Ablauf der Zuckung in seltenen Fällen noch eine Zeit lang eine gewisse Unruhe zeigt; dass ferner, wenn man die Salzlösung vorsichtig an einem mit frischem Querschnitte versehenen Muskel herabfliessen lässt, falls sich allmälig am untern Ende ein Tropfen bildet, der Muskel ebenfalls bisweilen unruhig wird, ohne jedoch eine Zuckung auszuführen, welche der Zuckung bei Berührung des Querschnittes mit der Flüssigkeit gleichzustellen wäre. Diese Erscheinungen treten jedoch nur ausnahmsweise auf. Dagegen kann man eine solche Unruhe des Muskels, welche durch schwache

[1] Reichert und Du Bois-Reymond, Archiv. Jahrg. 1869 S. 440.

[2] L. c. S. 253.

oder nur partielle Contractionen desselben bedingt ist, häufig beobachten, wenn man das Ende des frisch angeschnittenen Muskels dauernd in die schwache Salzlösung eintaucht; ebenso, wenn man einen Muskel, der beim Berühren seines Querschnittes mit der Salzlösung keine Zuckung mehr gibt, langsam etwas tiefer eintaucht; dann bleibt, wie oben erörtert wurde, wegen der Langsamkeit der Stromschwankung die eigentliche Schliessungszuckung, wenn ich sie so nennen darf, zwar aus, aber der Muskel geräth gleichwohl öfters in auffallende Unruhe.

In der Mehrzahl der Fälle sind die Bewegungen, welche der Muskel hiebei ausführt, rhythmische; das untere Ende beugt sich z. B. mit regelmässigen Intervallen nach der einen Seite, so dass er langsam hin- und zurückpendelt, oder der Muskel zuckt von Zeit zu Zeit schwach zusammen, gleich einem regelmässig aber schwach pulsirenden Herzen. In andern Fällen wieder bemerkt man ein unregelmässiges Wogen des Muskels, und das verwickelte Spiel seiner schwachen Bewegungen ist dann schwer in seinen Einzelheiten zu erfassen. Es kommen alle Grade von der kleinsten, nur aus nächster Nähe zu beobachtenden Bewegung bis zum weithin sichtbaren Hin- und Herschwingen des Muskels vor. Ebenso verschieden ist die Dauer dieser Erscheinungen, wenn man den Muskel dauernd partiell eingetaucht erhält. Manchmal verschwindet die Unruhe schon nach wenigen Secunden, in andern Fällen dauert sie viele Stunden lang. Ist sie verschwunden, so genügt es oft, den Muskel etwas tiefer einzutauchen, um ihn sofort wieder in Bewegung zu setzen. Dabei zeigt sich bisweilen, dass die Bewegungen gerade bei einer bestimmten Länge des eingetauchten Stückes am lebhaftesten sind, aber sofort abnehmen oder ganz verschwinden, wenn man den Muskel tiefer eintaucht oder wieder etwas mehr herauszieht. Ist der Muskel aber gerade so eingetaucht, dass er die lebhaftesten Bewegungen zeigt, so ist er auch oft gegen jede leise Verschiebung nach oben oder unten und gegen jede Änderung des Niveaus der Flüssigkeit sehr empfindlich und gibt sofort eine abermalige stärkere Zuckung, wenn man die Verschiebung des Muskels oder der Flüssigkeit rasch ausführt, während er ober- oder unterhalb dieser Stelle gegen gleich grosse oder noch grössere Verschiebungen ganz unempfindlich ist. Je länger der Muskel in der Salzlösung ist, desto mehr rückt diese Stelle

besonderer Empfindlichkeit nach oben, d. h. vom Querschnitte weg. In andern Fällen wieder gelingt es durchaus nicht, den in Unruhe befindlichen Muskel dadurch zu beruhigen, dass man ihn noch tiefer eintaucht; er bleibt dauernd unruhig, sobald er über ein bestimmtes Maass eingetaucht ist, und man kann ihn ganz in die Lösung bringen, ohne dass sich an seiner Unruhe etwas Wesentliches ändert.

Ausdrücklich aber muss ich bemerken, dass es anderseits Muskeln gibt, welche zwar bei Berührung ihres Querschnittes mit der Lösung lebhaft zucken, dann aber beim etwas tieferen Eintauchen sich ganz ruhig verhalten. Sind solche Muskeln schon länger mit der Lösung in Contact gewesen und geben sie bei neuer Berührung mit derselben keine Zuckung mehr, so erhält man eine solche abermals, wenn man sie plötzlich tiefer eintaucht, während sie auf langsames Eintauchen gar nicht reagiren.

Man wird vielleicht geneigt sein, die länger anhaltende schwache Erregung des Muskels lediglich aus einer chemischen Reizung zu erklären, welche durch das allmäliche Eindringen der Salzlösung ins Innere des Muskels bedingt sein könnte. Dass ein völlig unversehrter Muskel in derselben Salzlösung die Erscheinung gewöhnlich nicht zeigt, wird man darauf zurückführen wollen, dass das Sarkolemm hier die contractile Substanz schütze. So annehmbar dies Alles scheint, und so gut ich weiss, dass Kochsalzlösung von 0·6% die contractile Substanz sehr wohl zu alteriren vermag, so darf doch der beschriebene Erregungszustand des Muskels nicht lediglich hieraus erklärt werden, sondern es handelt sich hier auch mit um Erregungen, welche der Muskel unter dem Einflusse seines eigenen Stromes erfährt. Denn es lässt sich sehr oft zeigen, dass die Unruhe des Muskels aufhört, sobald der Muskelstrom keine ausreichende Nebenschliessung durch die Salzlösung mehr hat.

Zieht man nämlich den Muskel langsam mittels des Triebes aus der Lösung heraus, so wird er in den meisten Fällen sofort ruhig, und nur ausnahmsweise bleibt die Unruhe zurück. Sobald man ihn wieder eintaucht, beginnen auch die Bewegungen wieder; und man kann an demselben Präparate diesen Versuch sehr oft mit dem gleichen Erfolge wiederholen. Da nun an dem aus der Flüssigkeit gezogenen Muskel stets eine hinreichende Flüssigkeits-

schichte haftet, um ein weiteres Vordringen der Salzlösung in das Innere zu ermöglichen, da sich ferner diese Flüssigkeit durch langsames Herabrinnen insbesondere am Querschnitte ansammelt, von wo nach dem oben Gesagten die chemische Reizung vorzugsweise ausgehen müsste, da somit die Bedingungen für eine chemische Reizung fortbestehen, die Erregung des Muskels aber gleichwohl sofort ausbleibt, so sehe ich keinen andern Ausweg, als die Annahme, dass in diesem Falle der Muskelstrom, welcher in der Salzlösung eine hinreichende Nebenschliessung hat, die wesentliche Ursache der Muskelunruhe ist.

Ich muss zugeben, dass ein theilweise oder ganz in der Lösung befindlicher Muskel schwache und partielle Contractionen deutlicher erkennen lässt, als ein in der Luft hängender, weil er in der Lösung fast gar nicht mehr durch sein eigenes Gewicht gespannt wird. Wenn aber die Bewegungen des Muskels in der Lösung einigermassen kräftig waren, so müssten, falls die Erregung fortbestände, auch nach dem Herausheben des Muskels noch erkennbare, wenn auch schwächere Bewegungen auftreten. Taucht man den in der Salzlösung eben noch unruhig gewesenen Muskel in Öl, so beruhigt er sich eben so schnell, wie in der Luft.

Ein unversehrter frischer Sartorius verhält sich nach meinen Erfahrungen in Kochsalzlösung von 0·6% fast immer ruhig, wenn er nicht schon in der Luft unruhig war; ja ich glaube sogar, dass, wenn ein in diese Lösung gebrachter Muskel sofort unruhig wird, man daraus mit Wahrscheinlichkeit schliessen darf, dass eine mechanische Verletzung oder sonstige partielle Alteration desselben stattgefunden hat. Der ganz unversehrte Muskel ist so stromschwach, dass er auch in der Salzlösung nicht durch seinen Strom erregt werden kann. Da es schwerer ist, einen ganzen Sartorius unversehrt zu präpariren, als nur sein unteres Ende, welches in die vom Knochen leicht ablösbare Sehne ausläuft, so empfehle ich, dieses Ende zum Eintauchen zu benützen, und den Muskel mittels des Beckenknochens zu fixiren.

Ganz ebenso wie verletzte Muskeln gegen die dauernde Nebenschliessung des eigenen Stromes verhalten sich unversehrte Sartorien gegen sehr schwache künstliche constante Ströme. Die einen bleiben nach Ab-

lauf der Schliessungszuckung ganz ruhig, die anderen sind noch eine Zeit lang unruhig, noch andere endlich zeigen schwache, und zwar ebenfalls oft ganz rhythmische Bewegungen, so lange der Strom geschlossen ist. Muskeln, welche durch ein Gewicht gespannt sind, lassen freilich diese Unruhe meist nicht erkennen; denn die schwachen oder partiellen Contractionen des Muskels sind nicht im Stande, die Form des gespannten Muskels merklich zu verändern. Hängt man aber den Muskel horizontal oder noch besser in schwachem Bogen zwischen den unpolarisirbaren Elektroden auf, so erkennt man bisweilen deutlich seine Unruhe während der Dauer auch sehr schwacher Ströme; am besten aber ist es, wenn man ihn in schwache Kochsalzlösung bringt und in derselben durchströmt. Hier verhalten sich die Muskeln in vielen Fällen ganz ebenso wie die mit einem Querschnitt versehenen und dann in die Salzlösung eingehängten, welche durch den eigenen Strom erregt werden. Das sofortige Aufhören der Unruhe bei Wiederöffnung des Stromes schützt bei diesem Versuche vor falscher Deutung.

Ich wiederhole, dass ich durchaus nicht alle Fälle, wo ein in schwacher Kochsalzlösung liegender oder aufgehängter Muskel unruhig ist, daraus erklären will, dass der Muskel sich unter der andauernden Wirkung seines eigenen Stromes befinde. In den Fällen aber, in welchen ein vorher sehr unruhiger Muskel sofort ganz regungslos wird, wenn man ihn aus der schwachen Salzlösung in die Luft oder in Öl bringt, trage ich kein Bedenken, den Muskelstrom als die wesentliche Ursache der Erregung anzusehen.

Da ebenso, wie die Salzlösung, auch Lymphe oder anliegende Muskeln etc. die dauernde Nebenschliessung eines Muskelstromes übernehmen können, so hat man bei den scheinbar spontanen schwachen oder fibrillären Zuckungen eines verletzten oder sonstwie alterirten und desshalb stromstarken Muskels immer zu beachten, dass diese Zuckungen möglicherweise durch den Muskelstrom hervorgerufen werden. Umgekehrt können schwache, scheinbar spontane Zuckungen eines Muskels oder Muskelbündels die Folge eines von benachbarten Muskeln oder Muskelbündeln ausgehenden Stromes sein.

3. Zuckungen bei Nebenschliessung des Muskelstromes durch einen zweiten Muskel oder andere thierische Leiter.

Wenn eine Nebenschliessung des Muskelstromes mittels schwacher Kochsalzlösung hinreicht, um den Muskel durch seinen eigenen Strom zu erregen, so muss dies selbstverständlich auch mit Hilfe anderer feuchter Leiter möglich sein. In der That genügt es, ein Stück Muskel, Leber oder dergleichen in passender Weise an den mit einem Querschnitt versehenen Sartorius anzulegen, um sofort eine Zuckung auszulösen, falls der Muskel überhaupt hinreichend empfindlich ist.

Um die Umstände nicht zu compliciren, benutze man zunächst solche thierische Leiter, welche selbst keinen Strom geben, also z. B. einen völlig todten Muskel, oder wenn man Leber wählt, lege man nur die unversehrte glatte Oberfläche an den Muskel an. Ist der Querschnitt ganz frisch und der Muskel sehr empfindlich, so gelingt es scheinbar schon durch Berührung des Querschnittes mit dem thierischen Leiter eine Zuckung auszulösen; denn dabei kommt sehr leicht auch ein Theil der Längsoberfläche des Muskels mit dem Leiter in Contact, so dass die Nebenschliessung hergestellt ist. Sorgt man aber dafür, dass der ganze Querschnitt und ein grösserer Theil der untern Längsoberfläche den Leiter berührt, so wird man die Zuckung nur um so sicherer erhalten. Dass es sich bei alledem nicht um eine mechanische Reizung handelt erkennt man sofort, wenn man ganz gleiche Versuche mit nicht leitenden Körpern anstellt.

Allmälig stirbt der Muskel vom Querschnitt aus ab, schneller, wenn er zuvor in die Kochsalzlösung gebracht wurde, langsamer, wenn dies nicht der Fall war. Die Demarcationslinie liegt dann mehr oder weniger weit oberhalb des Querschnittes. Diesenfalls genügt es, das Endstück des Muskels auf den feuchten Leiter aufzulegen, um eine Zuckung zu erhalten. Es kommt dabei nur darauf an, dass ein hinreichend grosser Theil der Muskeloberfläche, welcher sich vom Querschnitt bis über die erwähnte Demarcationslinie hinaus erstrecken muss, von dem Leiter berührt wird. Solche Muskeln zucken daher, wenn man sie auf irgend einen feuchten Leiter fallen lässt. Der bereits abgestorbene Quer-

schnitt selbst braucht den Leiter dann gar nicht mehr zu berühren, und man wird, wenn man diese Berührung absichtlich verhütet, doch eine Zuckung erhalten, sofern nur die Demarcationszone auf dem vom Leiter berührten Stücke der Muskeloberfläche gelegen ist. Ist der feuchte thierische Leiter lang und dünn, wie z. B. ein ganz abgestorbener zweiter Sartorius, so kann man denselben auch wirklich bogenförmig anlegen, so dass der eine Fusspunkt des Bogens den Querschnitt, der andere einen höher oben gelegenen Theil des Längsschnittes berührt. Aber man wird auf diese Weise nur selten eine Zuckung erhalten, um so weniger, je länger man den Bogen der Nebenschliessung oder den Abstand der beiden Fusspunkte des Bogens macht. Es hat dies offenbar seinen Grund lediglich in dem mit der Länge des Bogens und mit dem Abstande seiner Fusspuncte (Spannweite) wachsenden Widerstande.

Präparirt man beide Sartorien eines curarisirten Frosches unversehrt heraus, so dass der eine an beiden Enden, der andere nur an einem Ende noch mit dem Knochen in Verbindung ist, und legt nun am freien Ende des letzteren Muskels einen Querschnitt an, so kann man mittels dieses verletzten Muskels den andern unverletzten zur Zuckung bringen. Man befestigt zu diesem Zwecke den noch unversehrten Muskel mittels seiner Knochen zwischen zwei in gleicher Höhe befindlichen Klemmen, so dass der Muskel zwischen denselben annähernd horizontal in schwach gekrümmten Bogen verläuft. Hierauf fasst man den andern Muskel mittels seines Knochens und nähert ihn von oben her dem unversehrten Muskel, bis er den letzteren mit seinem Querschnitt berührt. Sind beide Muskeln sehr empfindlich, so können sie schon hiebei beide zucken. Da nämlich, wie schon erörtert wurde, bei der Berührung des Querschnittes leicht auch ein Theil der Längsoberfläche mit dem unversehrten Muskel in Contact kommt, so findet der Strom des verletzten Muskels durch den unverletzten Schliessung und hiedurch werden beide erregt. Ausserdem kann hiebei auch eine chemische Reizung des unversehrten Muskels eintreten, welche allerdings nur die oberste Faserlage betrifft. Der Muskelsaft ist für einen zweiten Muskel ein starker chemischer Reiz. Legt man etwas ganz zerquetschte Muskelsubstanz auf einen zweiten Muskel, so geräth die oberste Faserlage desselben in Erregung, und zwar

sehr schnell, falls die den Muskel deckende Bindegewebsschicht sehr dünn und der Muskel ganz unversehrt ist. Ebenso wie die zerquetschte Muskelsubstanz wirkt der Querschnitt eines Muskels.

Ist aber, wie in den meisten Fällen, durch blosse Berührung des Querschnittes mit dem unversehrten Muskel eine Zuckung nicht zu erzielen, so braucht man nur ausser dem Querschnitt oder einem Theile des Querschnittes die dem letzteren unmittelbar benachbarte Längsoberfläche mit dem unversehrten Muskel in Berührung zu bringen, um beide Muskeln zucken zu sehen. Oder man kann auch, nachdem man den Querschnitt des einen mit der Längsoberfläche des andern in Contact gebracht hat, einen dünnen Glasstab in einen der beiden rechten Winkel einlegen, welche jetzt von den beiden Muskeln gebildet werden, und dann den unverletzten Muskel über diesen Glasstab mit seiner Längsoberfläche herabsinken lassen, bis dieselbe den unverletzten Muskel berührt. Im Momente der Berührung zucken dann beide Muskeln, falls der vom verletzten Muskel gebildete Bogen und die vom unverletzten gebildete Sehne dieses Bogens nicht zu lang sind und daher zu viel Widerstand bieten. Durch Controlversuche mit einem todten Muskel kann man sich überzeugen, dass die Reizung weder eine mechanische noch auch durch Schliessung eines vom unversehrten Muskel ausgehenden Stromes bedingt ist. Der letztere nämlich ist, weil er unversehrt ist, stromlos oder so stromschwach, dass sein Strom bei dem Versuche nicht in Betracht kommen kann. Es ist daher auch ziemlich gleichgiltig, an welchem Theile des unversehrten Muskels man den verletzten Muskel anlegt. Zeigt der erstere irgendwo eine stärkere locale dauernde Contraction, so darf man ihn nicht als eigentlich unversehrt ansehen. Denn am Galvanometer lässt sich dann ein kräftiger Strom nachweisen, wenn man die contrahirte Stelle mit einem andern Punkte der Muskeloberfläche leitend verbindet.

Hat man den unversehrten Muskel so befestigt, dass seine beiden Knochen mit dem horizontalen Muskel einen rechten Winkel bilden, so kann man günstigenfalls auch dann Zuckungen beider Muskeln bekommen, wenn man einen der beiden Winkel mit dem verletzten Muskel überbrückt, so dass der letztere gleichsam die Hypotenuse eines rechtwinkligen Dreiecks bildet, dessen Katheten einerseits vom Knochen, anderseits vom anstossenden Theile

des unversehrten Muskels gebildet werden; der Strom wird dann mittels des Knochens geschlossen.

Bei allen diesen Versuchen kann einmal die Zuckung des einen, einmal wieder die des anderen Muskels ausbleiben, so dass nur ein Muskel zuckt; es hängt das von unberechenbaren Zufälligkeiten ab.

Es ist selbstverständlich, dass statt des unversehrten Sartorius ein anderer unversehrter, aber noch hinreichend erregbarer Muskel dienen kann. Legt man den verletzten Sartorius an einen beliebigen Muskel des enthäuteten Oberschenkels so an, dass Querschnitt und Längsschnitt des verletzten Muskels den Oberschenkelmuskel berühren, so zucken günstigen Falls im Momente der Berührung beide Muskeln. Auch hiebei ist eine etwaige chemische Reizung des einen Muskels durch den Querschnitt des anderen in Betracht zu ziehen und leicht zu erkennen.

Die Energie der Schliessungszuckung hängt bei allen diesen Versuchen sehr viel mit von der Geschwindigkeit der Schliessung ab. Da nun, wie es in der Natur der Sache liegt, der Contact der beiden in Betracht kommenden Flächen bei diesen Versuchen nur verhältnissmässig langsam in ausreichendem Masse hergestellt wird, so bleibt eine energische Schliessungszuckung öfters aus, aber man wird dann bei sehr empfindlichen Muskeln durch eine längere Contraction beider Muskeln während der Schliessung entschädigt. Denn die Stärke des Stromes und die Erregbarkeit der Muskeln sind oft so gross, dass sie hinreichen, um nicht bloss Schliessungszuckung, sondern auch deutliche Dauercontraction während der Schliessung zu geben. Wird die erstere durch die Art der Schliessung verhindert, so tritt wenigstens die letztere deutlich ein. Übrigens aber ist es bei sehr empfindlichen Muskeln schwer zu unterscheiden, ob man die auf die beschriebene Weise erzeugte Contraction als einen Schliessungstetanus an der Kathete, oder als eine sehr gedehnte Schliessungszuckung ansehen soll, weil curarisirte Muskeln bisweilen auch auf momentane Reize in tetanusähnliche Contraction verfallen, wie schon Kühne beobachtet hat.

Es ist gut, bei diesen Versuchen darauf zu achten, dass die Muskeln nicht zu stark mit Lymphe benetzt sind, weil dies erstens das leichte Anhaften des Querschnittes am Längsschnitte unmög-

lich macht, und weil die Flüssigkeit dem Strome des verletzten Muskels schon eine verhältnissmässig gute Nebenschliessung gibt.

Legt man zwei, mit Querschnitten versehene Muskeln so auf einander, dass beide Querschnitte in eine Flucht zu liegen kommen, so erhält man meist keine Contraction; der Grund liegt darin, dass der Strom des einen Muskels den des anderen compensirt. Legt man aber die beiden Muskeln in entgegengesetzter Richtung über einander, so dass sie nun nur in einer 6—12^{mm} langen Strecke zwischen den beiden Querschnitten auf einander liegen, so contrahiren sich beide Muskeln besonders stark, weil sich jetzt ihre Ströme summiren.

Ich hatte an dem einen Sartorius eines Frosches schon längere Zeit mit der schwachen Kochsalzlösung experimentirt und ihn dann auf eine Glasplatte gelegt. Hierauf fasste ich den frisch präparirten anderen Sartorius desselben Thieres an der Tibia, machte an seinem freien, herabhängenden Ende einen Querschnitt und legte nun den untern Theil dieses Muskels in einer Ausdehnung von ungefähr 8^{mm} successive an verschiedenen Theilen der obern Breitseite des anderen auf der Glasplatte liegenden älteren Muskels derart an, dass die beiderseitigen Fasern parallel lagen. Erfolgte das Auflegen auf den älteren Muskel an der dem Querschnitte benachbarten Strecke so, dass die Querschnitte in einer Flucht lagen, so zuckte keiner von beiden Muskeln, geschah es dagegen zwar an derselben Strecke, aber in entgegengesetzer Lage der Querschnitte, so zuckte nur der frischere Muskel. Es gab also der ältere Muskel von der berührten Strecke noch einen Strom, der im Stande war, den entgegengesetzten Strom des frischen Muskels so weit zu schwächen oder zu compensiren, dass auch der frische Muskel nicht zucken konnte. Die Erregbarkeit des älteren Muskels aber war an der dem Querschnitt näheren Strecke schon so weit gesunken, dass er selbst dann nicht mehr zuckte, als die Ströme beider Muskeln sich summirten, und der frische Muskel kräftig reagirte. Legte ich nun aber den frischen Muskel an die vom Querschnitt entfernten Stellen des älteren Muskels an, so zuckten wieder beide Muskeln und jetzt war es ganz gleichgiltig, ob der Querschnitt des angelegten frischen Muskels nach der einen, oder nach der andern Richtung sah, weil hier der ältere Muskel stromlos und noch hinreichend erregbar war.

4. Zuckung des Muskels bei Schliessung seines Stromes durch den Muskel selbst.

Wenn man das unverletzte, aber vom Muskel abgetrennte Ende eines curarisirten Sartorius durch bogenförmiges Umbiegen des (am andern Ende mittels des Knochens fixirten) Muskels mit einem beliebigen Punkte seiner Längsoberfläche in Berührung bringt, so erfolgt keine Zuckung, weil der unversehrte Muskel stromlos oder stromschwach ist. Legt man aber am frei herabhängenden Ende des Muskels einen Querschnitt an und bringt diesen durch Herumbiegen in Berührung mit der Längsoberfläche, so zuckt der Muskel, oder zeigt eine längere Zeit anhaltende Contraction, die nach Wiederlösung des Contactes aufhört.

Das bogenförmige Umbiegen des Muskels besorgt man am Besten mit einem dünnen Glasstabe, den man in der Nähe des Querschnittes an der Breitseite des Muskels anlegt. Ist der letztere nicht zu feucht, was aus den oben angegebenen Gründen überhaupt nicht zweckmässig ist, so klebt er an dem Glasstabe hinreichend fest an, um durch passende Drehung und Verschiebung des Glasstabes den Querschnitt mit der Längsoberfläche in Berührung bringen zu können. Eine bei diesem Versuche eintretende, sehr schwache und oberflächliche Erregung kann in einzelnen Fällen lediglich die Folge davon sein, dass die am Querschnitt bloss liegende Muskelsubstanz die direct berührte, oberste Faserschichte chemisch reizt. Ist aber die eintretende Zuckung oder dauernde Contraction kräftig, so ist sie die Folge der Schliessung des Muskelstromes. Dies ist leicht dadurch zu beweisen, dass bei sehr empfindlichen Präparaten der Querschnitt gar nicht mit der Oberfläche des Muskels selbst, sondern nur mit dem am andern Muskelende befindlichen Knochen oder mit der Sehne in Berührung gebracht zu werden braucht, um eine Zuckung zu erhalten; es geht ferner auch daraus hervor, dass die Zuckung meist ganz deutlich um so stärker ist, je näher die vom Querschnitt berührte Stelle dem Querschnitte selbst liegt. Denn je mehr dies der Fall ist, desto kleiner ist die Muskelstrecke, durch welche der Strom kreist, desto kleiner also auch der Widerstand und desto grösser die Erregung des Muskels. Bei Muskeln, welche längere Zeit mit dem Querschnittende in schwache Kochsalzlösung getaucht waren, kann allerdings

auch der Fall eintreten, dass die Berührung des Querschnittes mit einem dem Querschnitte ferneren Punkte der Längsoberfläche wirksamer ist, als mit einer näheren; dies hat aber seinen Grund darin, dass die Erregbarkeit des dem Querschnitte näheren Muskelstückes bereits zu stark gesunken ist. Es lässt sich in solchen Fällen die grössere Erregbarkeit des Muskels in der Nähe seines unverletzten Endes auch leicht auf andere Weise zeigen, z. B. durch die oben beschriebene Reizung mit dem Strom eines zweiten Muskels.

Obwohl es am vortheilhaftesten ist, zum Zwecke der beschriebenen Versuche dem Muskel einen wirklichen Querschnitt anzulegen, so kann man doch auch mit einem sogenannten thermischen Querschnitt auskommen. Man tödtet dann das freie Muskelende durch Hitze ab und verfährt im Übrigen mit dem natürlichen, aber todten Muskelende jetzt ganz so, wie oben mit dem wirklichen Querschnitte. Wenn auch die so erhaltenen Muskelcontractionen durchschnittlich nicht so kräftig sind, wie bei Anwendung eines wirklichen Querschnittes, so sind sie doch hinreichend ausgiebig.

So häufig es mir gelungen ist, an curarisirten Sartorien die hier beschriebene Erregung durch den eigenen Strom zu erhalten, so wenig wollte es mir glücken, durch die Actionsströme oder die negative Schwankung eines passend gereizten Sartorius einen zweiten zweckmässig angelagerten, ebenfalls curarisirten Sartorius zu erregen.

5. Einige Bemerkungen über die chemische Muskelreizung.

Die Zuckungen, welche ein *M. sartorius* des Frosches bei Berührung seines frischen Querschnittes mit leitenden Flüssigkeiten zeigt, sind, wie gesagt, schon von Kühne [1] beobachtet und treffend beschrieben, jedoch lediglich auf chemische Reizung des blossgelegten Faserinhaltes zurückgeführt worden. „Die Zuckung tritt“ wie Kühne bei Erörterung der chemischen Reizung durch

[1] Reichert und Du Bois-Reymond's Archiv. Jahrg. 1859.

Salzsäure bemerkt, [1] „sofort bei Berührung des Querschnittes mit der Flüssigkeit ein, verläuft über den ganzen Muskel von einem Ende bis zum anderen, und tritt mit derselben Sicherheit ein durch eine tausendfach verdünnte, wie durch eine mässig concentrirte Säure". Mit Kalkwasser konnte Kühne, was ihm mit Säuren und Alkalien nicht gelang, einen und denselben Querschnitt auch wiederholt reizen und auf diese Weise 6 bis 8 Mal hintereinander Zuckungen hervorbringen.

Kühne experimentirte sowohl an unvergifteten als an curarisirten Muskeln. Du Bois-Reymond, in dessen Laboratorium diese Versuche angestellt wurden, hat den von Kühne dabei benützten zweckmässigen Apparat mit bekannter Sorgfalt beschrieben und abgebildet. [2]

Es lässt sich jetzt mit voller Bestimmtheit behaupten, dass jede Flüssigkeit, welche den elektrischen Strom hinreichend leitet, bei Berührung mit dem frischen Muskelquerschnitt eine Zuckung auslösen wird, sofern nur der Muskel hinreichend erregbar ist, gleichviel welcher Art die chemische Wirkung der Flüssigkeit auf den Muskel und eine dadurch bedingte, sich an die elektrische Erregung anschliessende Reaction desselben ist. Denn die chemische Wirkung wird nie so schnell erfolgen können, dass die Muskelsubstanz schon unerregbar gemacht wäre, wenn die Stromschwankung eintritt. Die elektrische Reizung erfolgt im Augenblicke der Benetzung des Muskels mit der Flüssigkeit; die chemische kann erst nachfolgen, wenn die reizende Flüssigkeit einerseits vom Querschnitte her durch die bereits unerregbar gewordene äusserste Schichte, anderseits von der Längsoberfläche durch das Sarkolemm bis zur erregbaren contractilen Substanz vorgedrungen ist. Selbst das Unwahrscheinliche angenommen, dass die durch den Schnitt blossgelegte Muskelsubstanz an der freien Fläche noch erregbar wäre, so müsste sich doch zu der chemischen Reizung die elektrische gesellen, welche nicht von der unmittelbar an der Schnittfläche liegenden Substanz,

---

[1] L. c. S. 322.

[2] Beschreibung einiger Vorrichtungen und Versuchsweisen etc. Berlin 1863, S. 145 und Abhandlungen der königl. Akademie der Wissenschaften zu Berlin, 1862.

sondern von den Nachbarschichten ausgeht, und das Ergebniss wäre also nicht die Folge einer bloss chemischen Reizung.

Kühne erhielt keine momentane Zuckung bei Berührung des Querschnittes, wenn er destillirtes Wasser, syrupöse Milchsäure, concentrirtes Glycerin, Alkohol oder Creosot anwandte, sämmtlich Flüssigkeiten, welche den Strom gar nicht oder äusserst schlecht leiten. War die Milchsäure mit destillirtem Wasser verdünnt, so trat die Zuckung bei Berührung des Querschnittes ein, weil die verdünnte Milchsäure viel besser leitet, als die concentrirte. Ich habe einen *M. sartorius* zwanzigmal nach einander bei Berührung mit einprocentiger Lösung der Milchsäure zucken gesehen. Wundt und Schetske haben ferner gefunden, dass auch concentrirte Sublimatlösung keine Zuckung vom Querschnitte aus bewirkt. Ich untersuchte darauf hin ihr Leitungsvermögen und fand, dass sie noch viel schlechter leitet als ein Brunnenwasser, welches mir schon negative Resultate gab, obgleich ich es nicht für unmöglich halte, dass unter sehr günstigen Umständen auch mit Brunnenwasser ein Ergebniss zu erzielen wäre.

Die fixen Alkalien und die Mineralsäuren, welche bekanntlich selbst in sehr schwachen Lösungen noch gut leiten, fand Kühne dem entsprechend noch in Lösungen von 0·1% wirksam, ebenso die fünfzigfache Verdünnung der als gutleitend bekannten gesättigten Kochsalzlösung. Dies Alles kann ich nur bestätigen. Schwefelsäure fand ich sogar noch in einer Lösung von 0·05% bei sehr erregbaren Muskeln wirksam.

Mit so stark verdünnten Lösungen an und für sich sehr schädlich wirkender Substanzen kann man den Versuch öfter an einem und demselben Querschnitte wiederholen. Mit Ätzkalilösung von 0·5% erhielt ich beispielsweise einmal 30 Zuckungen von demselben Querschnitte, mit gleichstarker Schwefelsäurelösung 15 Zuckungen. Mit einprocentiger Lösung von Kupfervitriol erhielt ich mittels immer wiederholter Berührung von unten her 100 Zuckungen, und es war dabei die letzte Zuckung scheinbar noch so gross wie die erste, so dass jedenfalls noch viel mehr Zuckungen zu erzielen gewesen wären. In Betreff des Glycerins will ich beiläufig bemerken, dass die im Handel vorkommenden Sorten ein verschiedenes Leitungsvermögen zeigten, und dass sie, mit Wasser verdünnt, besser leiteten, als concentrirt. Immer aber leitete das

von mir benützte Glycerin so schlecht, dass es auch verdünnt, keine momentane Wirkung auf den Muskel ausübte.

Benützt man eine Flüssigkeit, welche die Muskelsubstanz rasch abtödtet, so kann selbstverständlich die wiederholte Berührung des Querschnittes mit der Flüssigkeit keine Zuckung bewirken; taucht man aber tiefer, nämlich bis über die Demarcationsfläche ein, so zuckt der Muskel wieder. Ich setze dabei voraus, dass der Muskel nicht schon durch die erste Berührung in dauernde Erregung versetzt wurde. Eine abtödtende, aber schlecht oder gar nicht leitende Flüssigkeit gibt, wenn sie keine chemische Reizung herbeiführt, überhaupt gar keine Erregung des Muskels. So blieb z. B. ein Muskel, dessen Ende in concentrirte Sublimatlösung gebracht war, ganz ruhig, obwohl sich das eingetauchte Stück zusehends trübte. Wurde er dann in die schwache Kochsalzlösung getaucht, so zuckte er wieder. Dabei genügte einmal schon die blosse Berührung des Muskelendes mit der Kochsalzlösung, weil der Sublimat zunächst nur eine todte Rinde um die im Innern noch lebendige Muskelsubstanz erzeugt, daher die wirkliche Demarcationsfläche dem Muskelende viel näher liegt, als die äusserlich sichtbare Demarcationslinie. Doch nicht alle Muskeln bleiben ruhig, wenn man ihr Ende in Sublimatlösung taucht; zwar bleibt die momentane Zuckung bei der Berührung stets aus, aber sehr bald werden manche Muskeln durch das eindringende Gift in sichtbare Erregung versetzt, wie schon Kühne angibt.

Bei einiger Übung erkennt man mit ziemlicher Sicherheit, in wie weit die beim Eintauchen des frischen Querschnittes eintretende Reaction des Muskels nur elektrisch oder zugleich durch chemische Alteration desselben bedingt ist. Ebenso kann man aus dem blossen Verhalten des Muskels beim Berühren seines Querschnittes mit einer Flüssigkeit ziemlich sicher voraussagen, ob diese Flüssigkeit relativ gut oder schlecht leitet.

Es stellt sich also die Nothwendigkeit heraus, die bisherigen Ergebnisse der chemischen Reizung des Muskels einer durchgreifenden Revision zu unterwerfen. Dabei dürfte es zweckmässig sein, neben der Reizung des Querschnittes die Reizung von der unversehrten Oberfläche besonders zu berücksichtigen, weil man auf diese Weise reinere Ergebnisse gewinnen wird. Denn um bei chemischer

Reizung des Querschnittes die Nebenschliessung des Muskelstromes zu verhüten, müsste man dafür Sorge tragen, dass die Flüssigkeit nur den Querschnitt berührt, also entweder sehr kleine Mengen derselben vorsichtig auf den Querschnitt bringen oder durch Umlegen eines fettigen Bandes in der oben beschriebenen Weise das Übertreten der Flüssigkeit auf die Längsoberfläche verhüten. Letzteres ist umständlich, und, wenn es nicht mit grösster Sauberkeit ausgeführt wird, auch unzuverlässig. Das vorsichtige Benetzen aber des Querschnittes mit kleinen Mengen der Flüssigkeit scheint mir nur einen bedingten Vorzug vor der Benetzung der unverletzten Längsoberfläche zu haben. Dieser Vorzug liegt darin, dass, sobald einmal die Flüssigkeit durch die unerregbare Schichte bis zur erregbaren Substanz vorgedrungen ist, sämmtliche Muskelfasern davon betroffen werden, wenn auch nicht genau gleichzeitig, so doch rasch nach einander. Die dazu erforderliche Zeit wird freilich je nach dem Alter des Querschnittes eine variable sein. Bringt man dagegen die Flüssigkeit, wenn auch nur in minimaler Menge auf die unversehrte Längsoberfläche, so verräth sich die Reizung durch Contraction oder fibrilläre Unruhe der obersten Schichte des Muskels, und zwar tritt diese Reaction schon nach wenigen Secunden ein, wenn man einen ganz frischen Muskel mit sehr dünner Bedeckung von Bindegewebe zum Versuche benützt. Ich wählte meistens den durch Wegnahme des Sartorius blossgelegten Theil der Oberfläche des *M. adductor magnus*, welcher sich als höchst empfindlich erwies.

Bei solchen Versuchen sollte man im Allgemeinen nur sehr kleine Mengen der reizenden Flüssigkeit auf den Muskel bringen. Ich benetzte z. B. einen wenige Millimeter breiten Streifen von dünnstem Löschpapier (Seidenpapier) mit der reizenden Flüssigkeit und legte denselben quer zur Faserrichtung über den Muskel. Bewirkt das Reizmittel eine locale dauernde Contraction, so bemerkt man dieselbe bei dieser Methode ebenso deutlich, wie die Zuckungen, welche durch die ganze Länge der betroffenen Fasern verlaufen.

Grössere Tropfen einer leitenden Flüssigkeit auf den Muskel zu bringen, ist deshalb unzweckmässig, weil dadurch ein vorhandener Muskelstrom plötzlich eine Nebenschliessung erhalten kann. Ich habe oben erwähnt, dass ein auf eine Muskelwunde

fallender Tropfen der Kochsalzlösung eine Erregung des Muskels durch seinen Strom herbeiführen kann. Tödtet nun das auf einen Muskel gebrachte Reizmittel denselben an der betreffenden Stelle ab, so bildet sich hier ein sogenannter chemischer Querschnitt in den oberen Faserbündeln und es entsteht ein Muskelstrom, welcher in der vielleicht gut leitenden Flüssigkeit eine Nebenschliessung findet, die unter Umständen neben der schon durch den Muskel selbst gegebenen Schliessung in Betracht kommen und eine länger andauernde Unruhe des Muskels hervorrufen oder wenigstens unterstützen kann. Es complicirt sich dann wieder die elektrische Reizung mit der chemischen.

Überhaupt ist das Ineinandergreifen der elektrischen und der chemischen Reizung bei solchen Versuchen oft ganz unentwirrbar. Jede eingreifende chemische Alteration des Muskels bedingt zugleich eine Stromentwicklung und setzt dadurch wenigstens die Möglichkeit elektrischer Reizung. Dasselbe gilt von der mechanischen partiellen Zerstörung der Muskelsubstanz, wie sie schon jeder Schnitt herbeiführt. Diese Erwägung ladet zu mancherlei Betrachtungen über die Natur der Muskelerregung überhaupt ein, doch darf ich hier die eingehende theoretische Untersuchung der in dieser Abhandlung mitgetheilten Thatsachen um so mehr unterlassen, als zuvor noch mancherlei andere Fragen zu erörtern wären, ohne deren Beantwortung jener theoretischen Untersuchung die sicheren Grundlagen fehlen würden. Ebenso muss ich die ausführliche Darstellung der von mir gewonnenen Ergebnisse über die chemische Muskelreizung für eine spätere Mittheilung vorbehalten. In der nächsten gedenke ich zuvörderst einige Beobachtungen über Reizung des Nerven durch den eigenen Strom zu beschreiben. Denn auch diese kommt öfter vor und ist leichter herbeizuführen, als man bisher geglaubt hat.

II. SITZUNG VOM 16. JÄNNER 1879.

Herr Hofrath Freiherr v. Burg übernimmt als Alterspräsident den Vorsitz.

Das k. u. k. Ministerium des Äussern übermittelt eine durch den Herrn Grafen Załuski in Teheran eingesendete gedruckte Abhandlung des Herrn Dr. Tholozan, Leibarztes Seiner Majestät des Schah von Persien: „De la Diphtérie en Orient et particulièrement en Perse".

Das w. M. Herr Regierungsrath Prof. Dr. F. Ritter v. Stein in Prag übersendet die dritte Abtheilung seines grossen Infusorienwerkes: „Der Organismus der Infusionsthiere nach eigenen Forschungen in systematischer Reihenfolge bearbeitet. III. Die Naturgeschichte der Flagellaten oder Geisselinfusorien". (Mit 24 Kupfertafeln.)

Das c. M. Herr Regierungsrath Prof. E. Mach in Prag übersendet eine kurze Mittheilung über von Herrn Dr. W. Rosický angestellte Versuche mit Geissler'schen Röhren.

Herr Professor Dr. S. Ritter v. Basch in Wien übersendet eine Abhandlung: „Über die Summation von Reizen durch das Herz".

Der Secretär legt eine von Herrn Prof. Dr. Joh. Oser in Gemeinschaft mit Herrn Franz Böcker in Wien ausgeführte Arbeit: „Über Condensationsproducte der Gallussäure" vor.

Ferner legt der Secretär eine von Herrn Dr. A. Feistmantel in Calcutta eingesendete Notiz des Herrn A. B. Wynne, Mitglied der dortigen geologischen Gesellschaft, vor, unter dem Titel: „Bemerkungen — als Berichtigung — zu einigen Sätzen in Dr. W. Waagen's Aufsatz: Über die geographische Vertheilung der fossilen Organismen in Indien." (Denkschr. d. mathem.-naturw. Cl. XXXIX. Bd.)

Der Obmann der prähistorischen Commission der kaiserlichen Akademie der Wissenschaften, Herr Hofrath v. Hochstetter, berichtet über die Ergebnisse der von der Commission im verflossenen Jahre veranlassten Forschungen und Ausgrabungen.

An Druckschriften wurden vorgelegt:

Académie Impériale des sciences de St. Pétersbourg: Mémoires. 7. Série. Tome XXV. Nrs. 5—9. St. Pétersbourg 1877—78; 4°. — Tome XXVI. Nrs. 1—4. St. Pétersbourg; 4°.

Accademia gioenia di scienze naturali in Catania: Atti. Serie terza. Tomo XI e XII. Catania, 1877—78; 8°.

Apotheker-Verein, allgem. österr.: Zeitschrift nebst Anzeigenblatt. XVII. Jahrgang. Nr. 2. Wien, 1879; 4°.

Comptes rendus des séances de l'Académie des sciences. Tome LXXXVII, Nr. 27. Paris, 1878; 4°.

Genootschap Bataviaasch van Kunsten en Wetenschappen: Notulen van de algemeene en Bestuurs-Vergaderingen. Deel XVI. — 1878. Nr. 1 en 2. Batavia, 1878; 8°. — Tijdschrift voor indische Taal-, Land- en Volkenkunde. Deel XXV. Aflevering 1. Batavia, 'sHage, 1878; 8°.

Gesellschaft, naturforschende in Bern: Mittheilungen aus dem Jahre 1877. Nr. 923—936. Bern, 1878; 8°.

— naturwissenschaftliche, „Isis" in Dresden: Sitzungsberichte. Jahrgang 1878. Januar bis Juli. Dresden, 1878; 8°. — Naturwissenschaftliche Beiträge zur Kenntniss der Kaukasusländer, von Dr. Oscar Schneider. Dresden, 1878; 8°.

— Oberhessische für Natur- und Heilkunde: XVII. Bericht. Giessen, 1878; 8°.

— österr. für Meteorologie: Zeitschrift. XIII. Band. Nr. 27. Wien, 1878; 4°.

Gewerbe-Verein, nied.-österr.: Wochenschrift. XL. Jahrgang. Nr. 2. Wien, 1879; 4°.

Göttingen, Universität: Akademische Gelegenheitsschriften pro 1875, 1876, 1877/78. 82 Stücke, 4° & 8°.

Ingenieur- und Architekten-Verein, österr.: Wochenschrift. IV. Jahrgang. Nr. 2. Wien, 1879; 8°.

Instituut, koninklijk voor de Taal-, Land- en Volkenkunde van Nederlandsch-Indie: Bijdragen tot de Taal-, Land- en Volkenkunde. Vierde Volgreeks. Tweede Deel. — 2e Stuk. 's Gravenhage, 1878; 8°.

— — Abiâsâ een javaansch Tooneelstuk (Wajang) door H. C. Humme. 's Gravenhage, 1878; 8°. — Javaansche Vertellingen door Dr. W. Palmer van den Broek. 's Gravenhage, 1878; 8°.

Istituto, Reale Lombardo di scienze e Lettere: Rendiconti. Serie 2. Volume X. Milano, Pisa, Napoli, 1877; 4°.

— — Memorie. Vol. XIV. 5 della serie 3. Fascicolo I. Milano, Pisa, Napoli, 1878; 4°.

Jahresbericht über die Fortschritte der Chemie und verwandter Theile anderer Wissenschaften. Für 1877. 1. & 2. Heft. Giessen, 1878; 8°. — Register zu den Berichten für 1867 bis 1876. Giessen, 1878; 8°.

Journal für praktische Chemie, von Hermann Kolbe. N. F. Band XVIII. 1878. Nr. 17, 18, 19, 20. Leipzig, 1878; 8°.

Militär-Comité, k. k. technisches und administratives: Mittheilungen über Gegenstände des Artillerie- und Genie-Wesens. Jahrgang 1878. 12. Heft. Wien, 1878; 8°.

Nature. Nr. 480. Vol. 19. London, 1879; 4°.

Nederlandsch Gasthuis voor Ooglijders: Negentiende jaarlijksch Verslag betrekkelijk de Verpleging en het onderwijs — door F. C. Donders. Utrecht, 1878; 8°.

Nuovo Cimento: Terza Serie. Tomo IV. Ottobre e Novembre. Pisa, 1878; 8°.

Observatory, the astronomical of Harvard College: Annals. Vol. IV. Part II. Cambridge, 1878; 4°.

Raspail, Xavier: Histoire naturelle des Merles. Paris, 1878; 8°.

Reichsanstalt, k. k. geologische: Jahrbuch. Jahrgang 1878. XXVIII. Band. Nr. 4. October, November, December. Wien, 1878; 4°.

Reichsforstverein. österr.: Österr. Monatschrift für Forstwesen. XXVIII. Band. Jahrg. 1878. December-Heft. Wien, 1878; 8°.

„Revue politique et littéraire“ et „Revue scientifique de la France et de l'Étranger. VIIIe année, 2e série. Nr. 28. Paris, 1879; 4°.

Società degli Spettroscopisti italiani: Memorie. Dispensa 11^a. Novembre, 1878; 4°.

— dei Naturalisti in Modena. Annuario. Anno XII. Dispensa 4^a. Serie 2. Modena, 1878; 8°.

Société botanique de France: Bulletin. Tome XXV, 1878. Revue bibliographique. B—C. Paris; 8°.

Society, the Royal geographical: Proceedings and monthly Record of geography. Vol. I. Nr. 1. January 1879. London; 8°

— the Linnean of New South Wales. Vol. II; part the third. Sidney, 1878; 8°.

Stein, Friedrich v.: Der Organismus der Infusionsthiere nach eigenen Forschungen in systematischer Reihenfolge bearbeitet. III. Abtheilung. Die Naturgeschichte der Flagellaten oder Geisselinfusorien. I. Hälfte. Leipzig, 1878; fol.

Tholozan, J. D.: De la Diphtérie en Orient et particulièrement en Perse. Paris, 1878; 8°.

United States Coast Survey: Nomenclature in Zoology and Botany; by W. H. Dall. Salem, 1877; 8°.

Utrechtsche Hoogeschool: Onderzoekingen gedaan in het Physiologisch Laboratorium. Derde Reeks. V. 2. Aflevering. Utrecht, 1878; 8°.

Verein, naturhistorisch-medicinischer, zu Heidelberg: Verhandlungen. N. F. II. Band, 3. Heft. Heidelberg, 1879; 8°.

— militär-wissenschaftlicher, in Wien: Organ. XVII. Band. 3. Heft. Wien, 1878; 8°.

Wiener medizinische Wochenschrift. XXIX. Jahrgang. Nr. 2. Wien, 1879; 4°.

Über die Summation von Reizen durch das Herz.

Von Professor Dr. S. v. Basch.

(Mit 51 Holzschnitten.)

Bowditsch[1] hat bei seinen Reizversuchen die Erfahrung gemacht, dass bei distanten (durch Intervalle von mehreren Sekunden von einander getrennten) Reizen die Anzahl der Contractionen häufig geringer ist, als die der angewandten Reize. Noch auffallender ist wie aus einigen Versuchen H. Kroneckers[2] hervorgeht, dieses Missverhältniss zwischen den Reizen und Contractionen, wenn man die Reize in rascher Aufeinanderfolge auf ein abgekühltes Herz einwirken lässt. Während nämlich bei Reizen, die durch Pausen von mehreren Sekunden von einander getrennt sind, das Herz nur wenige Reize überspringt, kann hier das Herz eine grosse Anzahl von Reizen unbeantwortet lassen.

Das letztere Verhalten charakterisirt, wie schon aus Kronecker's Versuchen hervorgeht, nicht bloss das abgekühlte Herz; es lässt sich, wie ich aus einer der Prüfung desselben gewidmeten grösseren Versuchsreihe erfahren habe, an jedem Herzen ausnahmslos beobachten.

Aus dieser Prüfung resultirten übrigens nicht nur eine Bestätigung dieses Befundes, sondern auch neue Erfahrungen, die unsere Kenntniss über den Einfluss intermittirender Reize erweitern und zugleich die Erscheinungsreihe dem Verständnisse näher rücken.

---

[1] Über die Eigenthümlichkeiten der Reizbarkeit, welche die Muskelfasern des Herzens zeigen. Arbeiten aus der physiologischen Anstalt zu Leipzig 1871.

[2] Das charakteristische Merkmal der Herzmuskelbewegung. Beiträge zur Anat. und Physiologie als Festgabe Carl Ludwig von seinen Schülern gewidmet. Leipzig 1874.

Methode.

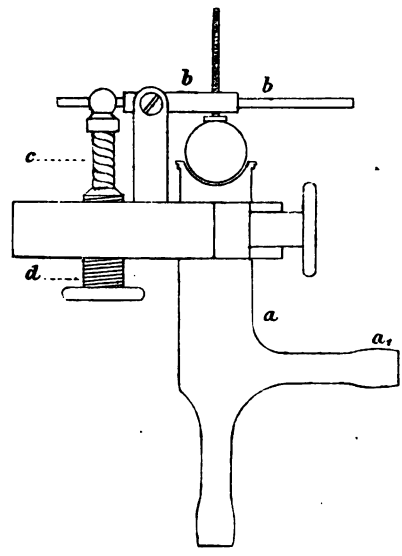
Meine Versuchsobjecte waren zum grössten Theil das durch Abtrennung vom Sinus bewegungslos gemachte Froschherz — ich will das Präparat der Kürze halber als Herzstumpf bezeichnen — und die abgetrennte Herzspitze.

Das so gewonnene Präparat legte ich über die auf eine Glasplatte aufgekitteten Platinelektroden und registrirte seine Bewegungen auf der rotirenden Trommel eines Baltzer'schen Kymographions in folgender Weise: Die weite Öffnung eines kleinen, der Grösse des Herzens entsprechenden, Glastrichters wurde durch eine dünne Kautschukmembran verschlossen und auf den Rand der Membran ein Ring aus Wachs aufgesetzt, derart, dass derselbe die Wand eines Napfes darstellte, dessen Boden die Kautschukmembran bildete. Das schmale Ende des Trichters communicirte durch einen Kautschukschlauch mit einer senkrecht vor der Trommel aufgestellten circa 5^{mm} weiten Glasröhre.

Wenn nun dieses ganze System mit Wasser gefüllt und der Trichter so auf das Herz gestülpt wird, dass dasselbe während der Diastole die gespannte Membran eben berührt, so steigt mit jeder Systole das Wasser in der Steigröhre und sinkt mit der Diastole herab. Die Änderungen des Wasserniveaus werden durch einen zweckmässigen Schwimmer verzeichnet.

In späteren Versuchen setzte ich den Trichter mit beistehend (Fig. 1) abgebildetem Apparate in Verbindung. Dieser Apparat besteht aus einer Röhre *a*, auf deren Mündung eine sehr dünne Kautschukmembran so locker aufgebunden ist, dass sie muldenförmig einsinkt, wenn die Röhre mit dem Trichter verbunden, und das System wie früher mit Wasser gefüllt ist. Die durch einen Hahn verschliessbare Seitenröhre a_1 dient dazu, den Druck in dem System nach

Fig. 1.



Bedürfniss zu erhöhen oder herabzusetzen. Auf der Kautschukmembran ruht ein leichtes Kügelchen, welches den Schwankungen der Membran folgt, und die Bewegungen dieses Kügelchens werden durch den Fühlhebel *b* auf die Trommel übertragen. In dieser Anordnung fungirt der Apparat als Wassermanometer und ist nur da anwendbar, wo es sich um Registrirung niedriger Drücke und kleiner Druckschwankungen handelt. Durch die Spiralfeder *c*, deren Spannung mittelst der Schraube *d* beliebig geändert werden kann, verwandelt man aber den Apparat in ein Federmanometer. Da man ferner die Spiralfeder nicht nur beliebig spannen, sondern nach Bedürfniss auch durch andere schwächere oder stärkere ersetzen kann, ist derselbe Apparat auch als Sphygmograph, als Cardiograph und als Blutdruckmanometer zu verwenden.

Wie man sieht, ist diess Federmanometer im Principe dem letzthin von Fick[1] construirten nachgebildet, unterscheidet sich von demselben aber dadurch, dass die von mir gewählte Construction es ermöglicht seine Empfindlichkeit innerhalb weiter Grenzen zu variiren. Ich will schliesslich noch erwähnen, dass die Blutdruckscurven, die ich an einem und demselben Thiere einerseits mit meinem, anderseits mit dem Fick'schen Manometer aufnahm, vollständig mit einander übereinstimmten.

In gleicher Weise, wie die Contractionen des ausgeschnittenen Herzens lassen sich die von Herztheilen registriren, die nicht herausgeschnitten, sondern durch vorhergehende Abklemmung zwischen Sinus und Vorhof oder unterhalb der Atrioventricularfurche zur Ruhe gebracht sind, nur muss hier die die Reizdrähte aufnehmende Platte in zweckmässiger Weise fixirt werden.

Zur Abklemmung bediente ich mich anstatt der von Bernstein empfohlenen Stricknadeln einer für diesen Zweck construirten Pincette.

Bei Versuchen an durch Abquetschung beruhigten Herztheilen, bleiben letztere nicht nur stets mit ihrem normalen Inhalt gefüllt, sondern es wird auch die Stagnation des letzteren durch die in Folge der Reizung auftretenden Contractionen hintangehalten.

---

[1] Ein neuer Wellenzeichner. Festschrift der Würzburger medic. Facultät 1877.

Die Gründe, die mich zu der eben beschriebenen Registrirungsmethode veranlassten, leuchten ohne weiters ein, wenn man bedenkt, dass hier von vorneherein Bedingungen ausfallen, die sonst durch die Füllung des Herzens mit einem ihm fremden Inhalte und die hiebei nöthige, bleibende Ligatur in die Versuche eingeführt werden.

Um dem Präparate in gleichen Zeitintervallen gleichmässige elektrische Reize — ich wählte hiefür Öffnungsinductionsschläge — zuzuführen, liess ich nach dem Principe des Disjunctors einen Apparat construiren, der aus zwei gegen einander verschiebbaren, gezähnten Rädern bestand. Indem die Zähne dieser Räder an je einen leicht beweglichen Hebel streiften, wurde der durch letzteren vermittelte Quecksilbercontact gelöst, respective hergestellt. Die gleichmässige Umdrehung des Apparates besorgte das Uhrwerk eines zweiten Kymographions. Da am Uhrwerke sowohl als am Disjunctor Schnurläufe von verschiedenem Durchmesser angebracht waren, konnte die Schnelligkeit, mit der die Reize auf einander folgten, innerhalb weiter Grenzen variirt werden.

Ausser dem Disjunctor war in den primären Kreis ein mit einer Schreibfeder versehener Elektromagnet eingeschaltet, der jede Stromunterbrechung auf der Trommel markirte; in einigen Versuchen war zudem in den Kreis der sekundären Spirale ausser dem Froschherzen ein empfindliches Froschschenkelpräparat eingeschaltet, dessen Bewegungen ebenfalls durch einen Schreibhebel auf die Trommel verzeichnet wurden.

Um das Herz in gleichen Zeitintervallen gleichmässigen mechanischen Insulten auszusetzen, schaltete ich in den primären Kreis einen zweiten Elektromagneten ein, an dessen Anker ein Drahtstift befestigt war, der bei jedem Schliessen des Stromes an das Herz anschlug. Damit das Herz hiebei nicht lädirt werde, war an die Spitze des Drahtstiftes ein Siegellackkügelchen aufgekittet. Bei der gewöhnlichen Art, den Strom zu unterbrechen, ruht der Anker längere Zeit auf dem Magneten, und es muss in Folge dessen der Stift längere Zeit das Herz drücken. Diess vermeidet man, wenn man sich einer Vorrichtung bedient, bei welcher der Strom nur sehr kurze Zeit geschlossen bleibt. In den diesbezüglichen Versuchen deutete ich selbst die Herzcontractionen auf der rotirenden Trommel durch Marken an, denn es ist unthulich

hier dem Herzen das Geschäft der Registrirung seiner Contractionen zu überlassen.

Um ausgeschnittene Herzabschnitte während der Reizung zu erwärmen, respective abzukühlen, bediente ich mich eines hohlen tubulirten Messingkästchens, durch das ich je nach Bedürfniss warmes oder kaltes Wasser durchleitete. Zur Aufnahme des Herzens diente eine auf dem Kästchen befestigte dünne Glasplatte — am besten ein grösseres Deckgläschen — die die Reizdrähte trug.

Fig. 3.

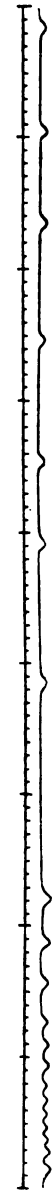
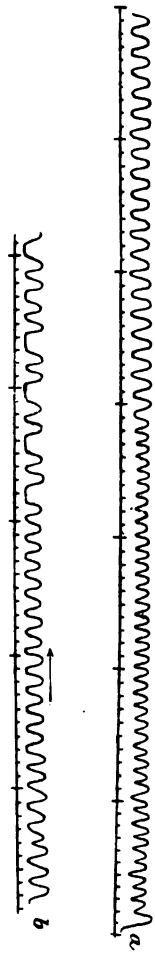


Fig. 2.



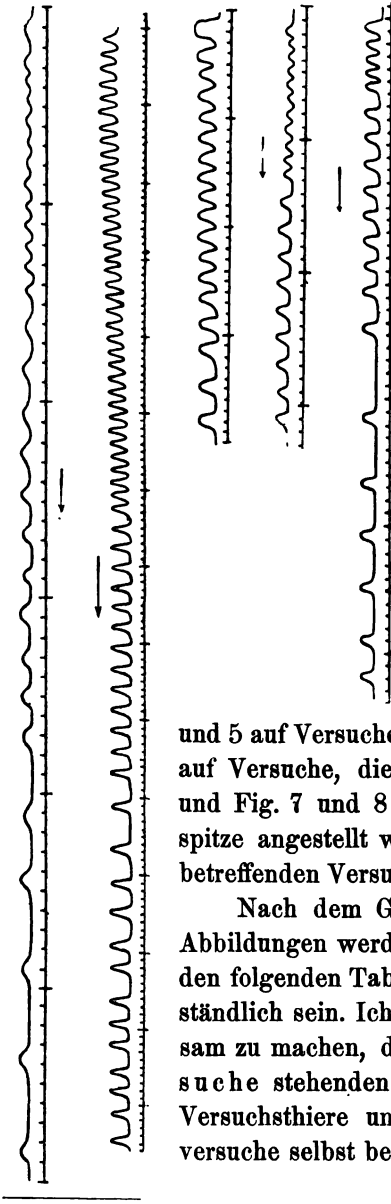
Untersuchung I.

Lässt man mässig starke Reize in Pausen von 0·5 Sekunden auf den ausgeschnittenen Herzstumpf oder die Herzspitze einwirken, dann sind die letzteren überhaupt nicht im Stande jeden Reiz mit einer Contraction zu beantworten. Unter den günstigsten Verhältnissen, d. i. wenn die Reize ein frisches Herz treffen, beantwortet dasselbe je zwei Reize mit einer Contraction, führt also während einer Reizperiode von 10 Sekunden 5 Contractionen aus. Die Fähigkeit für eine solche Schlagfolge bewahren aber der Herzstumpf und die Herzspitze nur kurze Zeit, denn bei fortgesetzter Reizung sind sie nicht mehr im Stande den anfänglichen Rythmus einzuhalten und die Contractionen werden trotzdem Zahl und Stärke der Reize unverändert bleiben, immer seltener.

Beistehende Abbildungen in Fig. 2 und 3 erörtern das Gesagte.

Fig. 2*a*, *b* bezieht sich auf einen am Herzstumpf, Fig. 3 auf einen an der Herzspitze angestellten Versuch.

Fig. 4. Fig. 5. Fig. 6. Fig. 7. Fig. 8.



In beiden betrug das Reizintervall 0·5 Sekunden. Die kleineren Abschnitte der Abscisse entsprechen hier wie in allen übrigen Figuren einzelnen Sekunden, die grösseren je 10 Sekunden.

Folgen die Reize in Pausen von mindestens einer Sekunde, dann sind der frische Herzstumpf und die frische Herzspitze anfänglich wohl im Stande jeden Reiz — wenn er eine gewisse Stärke besitzt — mit einer Zuckung zu beantworten, im weiteren Verlaufe der Reizung correspondiren aber seine Schläge nicht mehr mit den Reizen. Belege hiefür liefern beistehende Abbildungen in Fig. 4, 5, 6 und 7. Von diesen beziehen sich Fig. 4 und 5 auf Versuche, die am ausgeschnittenen, Fig. 6 auf Versuche, die am abgeklemmten Herzstumpf und Fig. 7 und 8 auf Versuche, die an der Herzspitze angestellt wurden. Das Reizintervall in den betreffenden Versuchen betrug 1 Sekunde. [1]

Nach dem Gesagten und nach Ansicht der Abbildungen werden nun wohl ohneweiters die in den folgenden Tabellen niedergelegten Zahlen verständlich sein. Ich habe zuvor nur darauf aufmerksam zu machen, dass die unter der Columne Versuche stehenden römischen Ziffern sich auf die Versuchsthiere und die arabischen auf die Reizversuche selbst beziehen.

[1] Die Zeitmarken fallen hier wie überall, wo das Reizintervall 1 Sek. beträgt, mit den Zeitmarken zusammen.

Tabelle I.

Versuche am ausgeschnittenen Herzstumpf.

Versuch	Rollenabstand in Cm.	Zahl der Reize in 10 Sekunden	Zahl der Herzschläge in je 10 Sekunden																
I 1	8.4	7	6	5	4	3	4	4											
II 1	7	10	5	5	5	5	4	3	3	3	3	3							
„ 2	7	20	9	7	4	5	3	4	3	4	3								
III 1	5	14	5	4	2	2	2	1	1	2	1								
„ 2	5	14	3.5	3.5	3.5	3.5	2.5	1.5	1	1									
IV 1	8	20	5	3	2.5	2.5	2	2											
„ 2	7.6	20	6	4.5	2.5														
„ 3	7.6	20	4	2	2														
„ 4	7.5	20	8	6	3.5	3.5	3	3	3.5	3.5	3								
„ 5	7.5	20	6	6	4	3.5	3.5	4	3	4	3								
V 1	7	10	8	7	5	4	3	2	2	2.5	2.5	2	3	2.5	2	3	2		
„ 2	7	10	5	4.5	5	4.5	3	2	2	2	2	2							
VI 1	6	10	10	10	5	5	5	5											
„ 2	6	7	6	7	4	3	4	3											
VII 1	5.5	20	6.5	6.5	6.5	6	4.5	4											
„ 2	5.5	20	6	6	6	6	5	6											
„ 3	5	20	8	10	9	8	7	6											
VIII 1	6	17	8	8	6.5	5	4	4	4	3	3.5	3	4	3	4	4	3.5	4	
„ 2	6	7	6	7	7	7	7	5	5	5	5	6							
IX 1	6	20	9	10	10	6	7	7	7	7	7	4.5	5.5	5	5	6	5	5	
„ 2	6	20	9	10	10	10	7	7	7	7	7	4.5	5.5	5	5	6	5	5	
„ 3	6	20	9	10	10	9	8	9	6	5	5	4	4	4	4	4			
X 1	5	10	7	10	10	10	9	5	5										
„ 2	5	20	8	10	10	10	10	5	5										
XI 1	9.4	20	8	8	8	5	5	3	4	5	4	4	3	4	4				

Tabelle II.

Versuche an der ausgeschnittenen Herzspitze.

Versuche	Rollenabstand in Cm.	Zahl der Reize in 10 Sekunden	Zahl der Herzschläge in je 10 Sekunden										
I 1	6·5	6	6	6	6	3.5	3.5	3	1	1	1	1	1
„ 2	9·2	14	6	4	1								
„ 3	9·2	14	4	2	1								
II 1	7	20	10	5	1.5	1.5	2	3	1				
„ 2	7	20	9	2	2								
III 1	8	10	5	4	2	2							
„ 2	8	10	5	4	2	2	2	2					
„ 3	6	10	4	6	5								
„ 4	6	10	5	5	5								
„ 5	4	20	8	4	1	0	1	2	1	1	1	1	1
„ 6	4	20	10	5	2	0	1	1	1	1	1		
„ 7	4	20	9	6	3	1							
„ 8	4	20	7	6	2	1							
„ 9	4	20	9	6	4								
„ 10	4	20	6										
„ 11	4	20	9	7									
„ 12	4	10	6	6	5	4							
„ 13	4	10	9	7	4								
„ 14	4	10	5.5	4.5									
„ 15	4	10	9	9									
IV 1	7	10	7	5	2	2	3						
„ 2	7	20	6	2	2	1	0	1					
V 1	9	10	5	5	1	3	2	3					
„ 2	8	10	5	5	4	1	2						
„ 3	9	10	5	5	3	2	1	2	1	1	1	2	

Tabelle III.

Versuche am abgeklemmten, nicht ausgeschnittenen Herzstumpf.

Versuche	Rollenabstand in Cm.	Zahl der Reize in 10″	Zahl der Herzschläge in 10″													
I 1	6	20	6	7	5	3										
„ 2	6	20	6	3	3	4	4	3								
II 1	5	10	4	3	1	1	2	0	3	2	1	1				
	5	20	4	2	1.5	1.5	1	2	2							
	5	10	4	4	3	2	2	1	2	2	2	2	2	2	2	2
	6	20	6	4	4	4										
	6	20	7	5	3	3										
	4	20	5	5	4	4	3	3	3							
	4	20	5	5	4	4	2	3	3							
	5	20	5.5	4	2.5	1	1	1								
	6	10	4	2	1											
	7	20	6	9	7	6	6	5								
	8	20	7	8	7	6	5									
	7	20	6	0	7	6	6									
	5	10	4	3	2	2	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2

Tabelle IV.

Versuche an der abgeklemmten, nicht ausgeschnittenen Herzspitze.

Versuche	Rollenabstand in Cm.	Zahl der Reize in 10 Sekunden	Zahl der Herzschläge in 10 Sekunden												
I 1	4	20	3	4	2	2									
„ 2	7	10	3	3	2	2	2	2							
„ 3	7	10	3	3.5	2	3									
II 1	6	20	6	4.5	3.5	2	2	3							
„ 2	6	20	6	5	3.5	3	2.5								
„ 3	6	30	5	4	2	2	3	2	2						
„ 4	6	20	5	4	3	3	2	3	3	3	3	3			
„ 5	6	20	6	4.5	2.5	3	2	3	1	3	2	3	2	3	2
III 1	8	20	4	2	1	1									
„ 2	8	20	5	3	2										
IV 1	4	10	4	5	4	4	3	2							
„ 2	4	20	3.5	2.4	2										
„ 3	4	20	4	4	3	2	3	1	1	1	2				
V 1	6	20	6	4.5	3.5	2	3	1	1	1	2				
„ 2	6	20	6	6	4	4	3								
VI 1	7	10	3	2	2	1									

Lässt man, während die Pulse auseinanderrücken, die Intensität des Reizes rasch anwachsen, dann steigert sich (s. Fig. 9; die Zahlen bedeuten den Rollenabstand) die Frequenz, aber meistens nur für kurze Zeit, dann werden die Contractionen wie früher seltener als die Reize. Steigert man die Intensität der Reize noch weiter, so kömmt man endlich an eine Grenze, wo das Herz die bekannten kraftlosen peristaltischen Bewegungen ausführt und bei fortgesetzter Reizung abstirbt.

Ich habe mich durch Controllversuche, in denen ich die Reize, bevor sie in's Herz gelangten, durch ein empfindliches Froschschenkelpräparat, — dessen Bewegungen ich über den Herzbewegungen registriren liess — schickte, davon überzeugt, dass mein Apparat tadellos arbeite, und dass das Ausfallen der Herzcontractionen nicht auf das Ausfallen von Reizen bezogen werden könne.

Den sichersten Beweis, dass nicht der Wechsel der im Apparat gelegenen Bedingungen den Wechsel der Schlagfolge verschulde, lieferte aber die Thatsache, dass — wenn man ihm nur genügend lange Erholungspausen gönnt und die Reizstärke eine genügende ist — das Herz immer wieder mit einer hohen Frequenz seine Thätigkeit aufnimmt und allmälig in eine niedere übergeht.

Ist nun nachweislich die Änderung der Schlagfolge nicht durch Unregelmässigkeiten des Apparates bedingt, so ist man ohneweiters genöthigt, den Grund derselben in das Herz zu verlegen.

Im Beginne — wir wollen diess das erste Stadium nennen — zeichnet das Herz Pulse, die immer kleiner sind, als die spätern, ich will sagen die des zweiten Stadiums.

Die Gipfel der kleinen Contractionen reichen aber zumeist, wie man aus Fig. 2*a*, 3, 5 und 6 ersieht, ebenso hoch, wie die der grossen Contractionen, was so viel bedeutet, als dass das Herz im

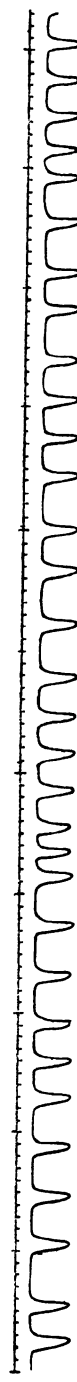
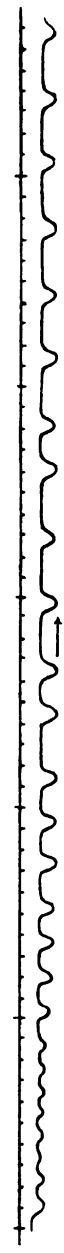


Fig. 9.

ersten Stadium nicht vollständig diastolisch erschlafft. Zuweilen erreichen die Gipfel der kleinen, raschen Pulse nicht die der hohen, aber selbst in diesem Falle ist die Unvollständigkeit der Diastole ausgeprägt und zwar dadurch, dass wie beistehende — auf einen ausgeschnittenen in Pausen von 0·5 Sekunden gereizten Herzstumpf sich beziehende — Figur 10 zeigt, der dem tiefsten Stande der Diastole, respective der Herzpause, entsprechende Curvenabschnitt höher liegt, als der entsprechende bei den grossen seltenen Contractionen.

Fig. 10.



Vergrössert man, wenn das zweite Stadium eingetreten, die Reizintervalle beträchtlich, also auf 5 bis 6 Sekunden, und lässt die Reizstärke ungeändert, so wird abermals jeder einzelne Reiz mit einer Contraction beantwortet.

Es hat also im Laufe der Reizung der Herzmuskel seine Fähigkeit sich zu contrahiren in keiner Weise eingebüsst, er hat nur die Fähigkeit verloren rasch auf einander folgende Reize mit eben so häufigen Contractionen zu beantworten.

Schwächt man im zweiten Stadium den Reiz allmälig um ein geringes — etwa um 1—2^{mm} Ra — dann übergeht das Herz in ein langsameres Tempo. Dieser Übergang ist aber nicht immer ein allmäliger, denn sehr oft tritt mit der Schwächung der Reize eine Herzpause ein, die längere oder kürzere Zeit dauert, dann erst beginnt das neue langsamere Tempo. Hat man die Reize zu sehr abgeschwächt, dann ist der eintretende Stillstand ein bleibender, oder es vollführt das Herz nur noch wenige Schläge und stellt, ohne dass seine Contractionen an Intensität abnehmen, mit einem Male seine Thätigkeit ein. Der Unterschied zwischen dem der Reizabschwächung vorhergehenden und dem folgenden Tempo, so wie die Länge der der Reizabschwächung folgenden Herzpause hängt im Grossen und Ganzen wohl von dem Grade der Reizverminderung ab, doch bedingt zum grössten Theile die individuelle Eigenthümlichkeit des Herzens die Länge der Herz-

Fig. 12.

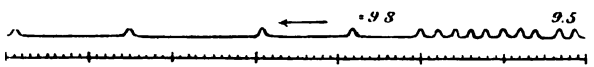
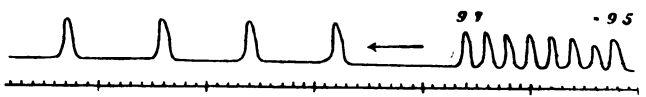


Fig. 11.



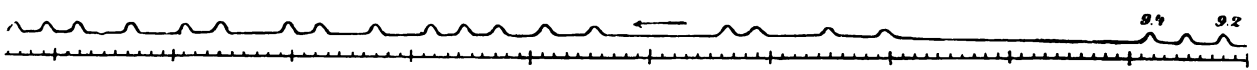


Fig. 13.

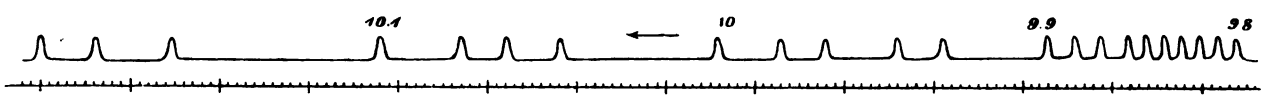


Fig. 14.

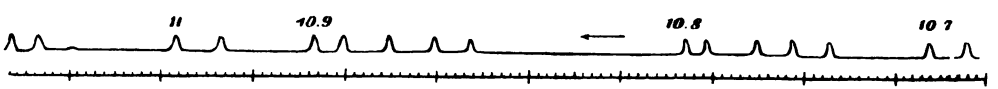


Fig. 15.

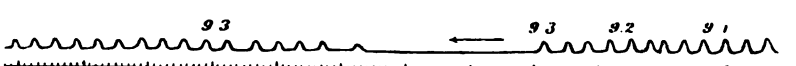


Fig. 16.

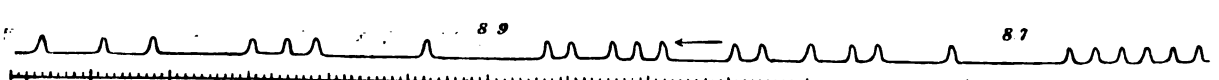


Fig. 17.

Fig. 18.

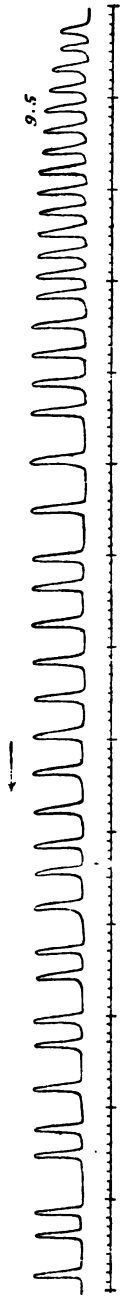
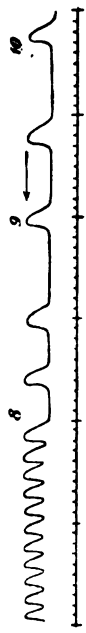


Fig. 19.

Fig. 20.



pause und den Unterschied im Schlagtempo. Wie gross unter Umständen diese Unterschiede, respective Herzpausen sein können, ergibt sich aus folgenden Abbildungen. Die Zahlen bedeuten wieder den Rollenabstand.

Um zu ermöglichen, dass das frische oder erhohlte Herz gleich im Beginne der Reizung ein langsames Tempo einhalte, muss man es für schwächere Reize dadurch empfindlich machen, dass man demselben in langen Pausen von etwa 5 — 6 Sekunden Reize von immer abnehmender Intensität zuführt. Ist nun das Herz dermassen empfindlich geworden, dass schwache Reize, die vorher das Herz unberührt liessen, nun zu unfehlbaren geworden, und lässt man solche schwache Reize in Intervallen von einer Sekunde auf das Herz wirken, dann ist, wie in Fig. 18, 19 schon das erste Stadium von kurzer Dauer, oder fällt auch, wie in Fig. 20 [1] ganz aus.

Das langsame Tempo erscheint ferner im Beginne, wenn mässig starke Reize ein durch wiederhohlte Reizungen ermüdetes Herz treffen. Hiemit hängt es wohl zusammen, dass in den am abgeklemmten Herzpräparate angestellten Versuchen, in denen vor der Abklemmung auch das unversehrte Herz längere Zeit zu andern Zwecken — die hier nicht in Frage kommen — gereizt wurde, die Pulsfrequenz gleich Anfangs, s. Tabelle III und IV, eine niedrige war.

Mitunter geschieht es, dass das Herz, nachdem es mit einem trägen Tempo begonnen, für kürzere Zeit

[1] Fig. 20 zeigt zugleich den Effekt einer Reizverstärkung.

Fig. 21. Fig. 22. Fig. 23. Fig. 24.

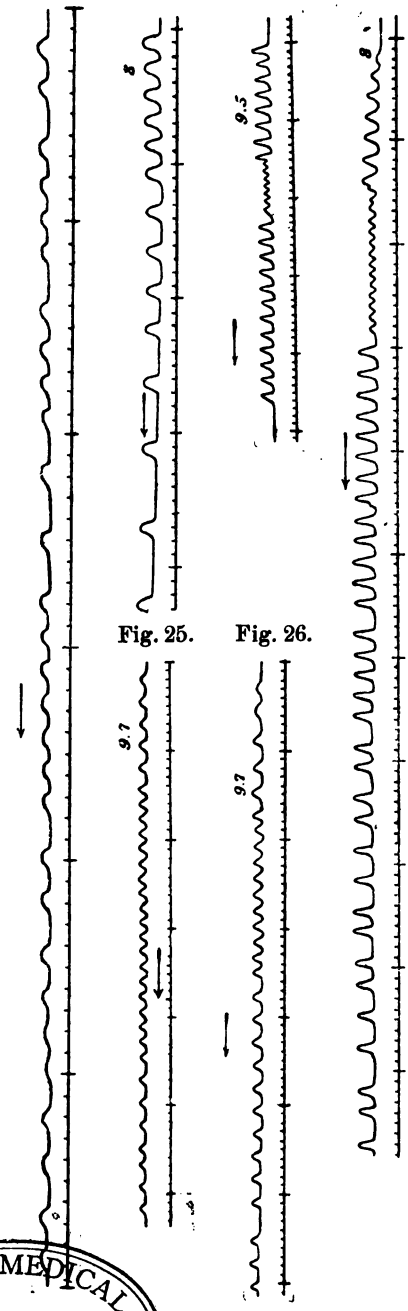


Fig. 25. Fig. 26.

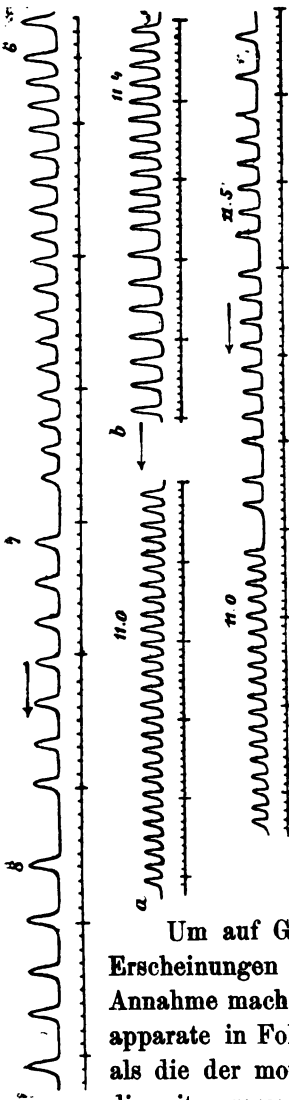
in ein rascheres übergeht und darauf wieder in das anfängliche träge verfällt; es kommt aber auch vor, dass dieser Wechsel sich wiederholt, so zwar, dass die Herzaction arrhythmisch wird. Eine solche Arrythmie habe ich übrigens nur bei Anwendung mässig starker, nie bei minimalen Reizen beobachtet.

Beifolgende Figuren geben ein Bild der eben besprochenen Erscheinungen, und zwar zeigt Fig. 21 eine deutliche Arrythmie, Fig. 22 bezieht sich auf ein wiederholt gereiztes Herz, bei dem mässig starke Reize schon im Beginn eine langsame Schlagfolge erzeugten. Fig. 23, 24, 25, 26 zeigen, wie das Herz mit langsamem Tempo beginnt, in ein schnelles verfällt und schliesslich wieder das Anfangstempo aufnimmt.

Die Contractionen, die unter Einwirkung schwacher Reize auftreten, sind, wie die Curven lehren, immer sehr starke, und die Grösse derselben bleibt, wenn die Reize nicht wachsen, selbst während langer, dauernder Reizung gleich. So wie man die Reize verstärkt, werden die Pulse allerdings rascher aber niedri-

BOSTON MEDICAL
NOV 15 1935
LIBRARY

Fig. 27. Fig. 28. Fig. 29.



ger, das Herz zeichnet eine absteigende Ermüdungstreppe. Belege hiefür geben die Fig. 27, 28 *a*, *b* und 29, in welchen der Unterschied zwischen der Wirkung starker und schwacher Reize sich dadurch charakterisirt, dass unter Einwirkung schwacher Reize die aufsteigende und unter Einwirkung starker Reize die absteigende Treppe erscheint. Mitunter ist unter Einwirkung starker Reize der Abfall der Contractionen ein plötzlicher, wie in Fig. 30, in der übrigens auch die unter Einwirkung schwacher Reize sich ausbildende, aufsteigende Treppe ersichtlich ist.

Discussion I.

Fragen wir uns nun zunächst, woher es kommt, dass das Herz unter den angeführten Bedingungen nicht jeden Reiz mit einer Contraction beantwortet, so müssen wir vor Allem untersuchen, ob wir nicht mit der herrschenden Vorstellung ausreichen, der gemäss Reize, die das Herz treffen, ausser motorischen Centren auch Hemmungsapparate erregen.

Um auf Grund dieser Vorstellung die angeführten Erscheinungen erklären zu können, müsste man die Annahme machen, dass die Thätigkeit der Hemmungsapparate in Folge der Reizung in dem Masse zunehme, als die der motorischen abnimmt, eine Annahme also, die mit unseren sonstigen Erfahrungen über die Leistungen des Herzens nicht im Einklange steht.

Fig. 30.

Eine zweite Theorie ist von H. Kronecker[1] aufgestellt worden, sie lautet wie folgt:

„Das Herz wird erst längere Zeit nach vollbrachter Zuckung wieder contractionsfähig und die Reize, die vor Ablauf der seinem jeweiligen Beweglichkeitszustande entsprechenden Pulsperiode, dasselbe treffen, gehen nur deshalb spurlos an demselben vorüber, weil sie das träge Organ noch nicht pulsbereit finden."

Wenngleich Kronecker diese Theorie nur auf das Aussetzen des Pulses bezieht, das man beobachtet, wenn man ein abgekühltes Froschherz in Pausen von 4—5 Sekunden reizt, so muss doch untersucht werden, ob dieselbe für die Erklärung der in Rede stehenden Erscheinung ausreicht.

Nimmt man mit Kronecker an, dass die in die Herzpausen fallenden Reize spurlos an dem Herzen vorübergehen, so muss man auf Grund der mitgetheilten Thatsachen sich vorstellen, dass im Verlaufe der Reizung der Beweglichkeitszustand des Herzens geringer wird, dass also die zur Wiederherstellung seiner Contractionsfähigkeit nöthigen Zeiten wachsen; man muss ferner, da die Herzcontractionen in dem zweiten Stadium sowohl als bei Reizung mit schwachen Inductionsschlägen keinen ganz regelmässigen Rythmus einhalten, in dem Beweglichkeitszustande des Herzens eine ausserordentlich veränderliche Grösse erblicken.

So weit ich sehe, spricht Nichts gegen die letztere Möglichkeit; gegen die erstere spricht aber die schon erwähnte Thatsache, dass man an einem intermittirend gereizten und zu einer bestimmten Periodicität gelangten Herzen, Contractionen auslösen kann, wenn man es vor Ablauf der ihm eigenthümlich gewordenen Pulsperiode mit einem einzelnen neuen Schlage reizt.

Die Theilnahmslosigkeit des Herzens gegen die ihm zwischen den einzelnen Contractionen zufliessenden Reize scheint mir ferner unvereinbar mit der nachgewiesenen innigen Abhängigkeit der Schlagfrequenz von der Stärke der Reize.

Da nun nicht anzunehmen ist, dass hemmende Apparate sich an der Entstehung der beschriebenen Erscheinungen betheiligen, da vielmehr anzunehmen ist, dass es sich hier nur um Erregungsvorgänge in motorischen Apparaten handelt, da es ferner unwahrscheinlich ist, dass von einer Anzahl aufeinanderfolgender Reize

[1] L. c.

nur einige erregend auf das Herz wirken, während die übrigen spurlos an ihm vorübergehen, so bleibt nur noch eine dritte Hypothese übrig, die darin besteht, dass die Reize vom Herzen summirt werden.

Für diese Hypothese hatte schon Kronecker geltend gemacht, dass das abgekühlte Herz für eine Contraction eine bestimmte Anzahl von Reizen benöthige, gleichgültig, ob die Intervalle, welche die Reize trennen, kürzere oder längere sind. So sah Kronecker, dass ein Herz, welches in Intervallen von vier Sekunden gereizt wurde, ebenso jeden zweiten Reiz beantwortete, als wenn die Intervalle fünf Sekunden währten; dennoch wies er die Summationstheorie zurück, weil er sah, dass verhältnissmässig schwache Reize Contractionen auslösen, wenn man sie in Intervallen wirken lässt, die grösser sind, als die dem jeweiligen Beweglichkeitszustande entsprechenden Pulsperioden, dass aber mässige Antriebe, die das Herz vor Beendigung seiner Pulsperiode treffen, effektlos bleiben.

Für letzteren Satz ergeben sich aus meinen Versuchen — die übrigens mit den Kronecker'schen deshalb nicht direkt zu vergleichen sind, weil sie sich nicht auf das abgekühlte Herz, also auf wesentlich andere Bedingungen beziehen — keine Anhaltspunkte; um aber der Summationstheorie für die in Rede stehende Erscheinung ihr volles Recht zu verschaffen, musste — wenigstens für nicht abgekühlte Herzen — auch der erste Satz widerlegt werden. Diess geschah durch den Nachweis, dass die Erhaltung einer niederen Pulsfrequenz durch einzelne distante Reize grössere Stromstärken erfordert, als die Erhaltung einer mindestens ebenso grossen Pulsfrequenz durch rasch auf einander folgende Reize.

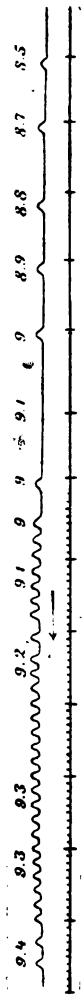
Untersuchung II.

Diesen Nachweis habe ich durch Versuche geführt, die in folgender Weise angestellt wurden: Ich liess zunächst, während dem Herzen in langen Pausen Inductionsschläge zugeführt wurden, die Stärke der letzteren soweit abnehmen, bis sie wirkungslos wurden; gleich hierauf begann ich dem Herzen die Inductionsschläge in Intervallen von nur einer Sekunde zuzuführen und zwar von einer Stärke, die sich nach dem unmittelbar vorausgehenden

Versuche als ausreichend erwies. Während dieser zweiten Reizperiode liess ich abermals den Reiz an Stärke soweit abnehmen, bis Stillstand eintrat.

Auf diese Weise zeigte sich nun ganz deutlich, dass die Reizstärke, die beim ersten Reizmodus zur Unterhaltung der Herzbewegung nicht ausreichte, bei dem zweiten Reizmodus wohl im Stande war die Herzbewegung zu unterhalten, ja noch mehr, man konnte bei letzterem Reizmodus die Reizstärke noch um ein Beträchtliches vermindern, ohne dass das Herz stillstand.

Fig. 31.



Zur Erläuterung des Versuchsmodus habe ich folgende Abbildung (Fig. 31) beigefügt, auf der ausser den vom Herzen registrirten Wellen noch die Reize und Reizstärken, respective die Rollenabstände, ersichtlich gemacht sind. Die Zahlen bedeuten den Rollenabstand.

Wie man sieht, erzielte hier die Reizung in langen Pausen schon bei einem Rollenabstande von 9·1^{cm} keinen Effekt mehr, während bei einem Rollenabstande von 9·5^{cm} die Reizung in Intervallen von einer Sekunde die Herzbewegung noch im Gange hielt.

Die Resultate von 12 Versuchen sind in beifolgender Tabelle V als Brüche ausgedrückt, deren jeder sich auf einen Reizversuch bezieht, und zwar bedeutet jeder Zähler den grössten Rollenabstand bei den Reizen, die in grossen Pausen wirkend noch eine Herzcontraction auslösten, und der Nenner den grössten Rollenabstand, bei dem Reize, die einander in Intervallen von einer Sekunde folgten, die Herzbewegung noch unterhielten. Die eingeklammerten Zahlen drücken die Intervalle zwischen den einzelnen Inductionsschlägen aus.

Tabelle V.

Reizversuche am Herzstumpf.

I $\frac{8.8\ (10'')}{8.4\ (1'')}$, $\frac{10\ (10'')}{10.5\ (1'')}$, $\frac{9.9(10'')}{10.4\ (1'')}$.

II $\frac{8.7\ (15'')}{10.4(1'')}$, $\frac{8.5(15'')}{10.1(1'')}$, $\frac{8.8\ (10'')}{10\ (1'')}$.

III $\frac{10\ (20'')}{10.1\ (1.5'')}$, $\frac{10.6\ (20'')}{11\ (1.5'')}$, $\frac{11.2\ (20'')}{11.3\ (1.5'')}$, $\frac{11\ (20'')}{11.2\ (1.5'')}$, $\frac{10.6\ (20'')}{11.3\ (1.5'')}$.

IV $\frac{10.3\ (15'')}{10.7\ (1.5'')}$, $\frac{11\ (20'')}{11.3\ (1.5'')}$, $\frac{11.1\ (20'')}{11.2\ (1.5'')}$.

V $\frac{9.1\ (15'')}{9.3\ (1'')}$, $\frac{9\ (10'')}{9.4\ (1'')}$, $\frac{8.9\ (15'')}{9.5\ (1'')}$, $\frac{8.9\ (10'')}{9.6\ (1'')}$.

VI $\frac{9\ (20'')}{10\ (1'')}$, $\frac{9.8\ (10'')}{10.3\ (1'')}$.

VII $\frac{10.4\ (5'')}{10.6\ (1'')}$.

VIII $\frac{10.5\ (6'')}{10.6\ (1'')}$, $\frac{10\ (6'')}{10\cdot1\ (1'')}$, $\frac{9.95\ (6'')}{10.2\ (1'')}$.

IX $\frac{10.1\ (5'')}{10.6\ (1'')}$.

Tabelle VI.

Reizversuche an der Herzspitze.

I $\frac{10.2\ (7'')}{10.4\ (1'')}$.

II $\frac{9.9\ (10'')}{10.2\ (1'')}$, $\frac{10.5\ (10'')}{10.6\ (1'')}$.

III $\frac{11.4\ (7'')}{11.8\ (1'')}$, $\frac{11.6\ (7'')}{11.8\ (1'')}$.

Hiemit ist erwiesen, dass in der Herzpause, in welche elektrische Reize eingeschaltet werden, Vorgänge stattfinden müssen, welche in den nicht von Reizen erfüllten Herzpausen ausbleiben. Da das Resultat dieser Vorgänge der Empfindlichkeit und somit Schlagfertigkeit des Herzens zu Gute kommt, da ferner, wie die durch Fig. 26—28 erläuterte Thatsache erweist, auch die Intensität der unter Einwirkung frequenter schwacher Reize auftretenden seltenen Contractionen eine maximale ist, so dürfen wir dieselben als Summationsvorgänge auffassen.

Bei einer solchen Auffassung erscheint nun die beobachtete Pulsfrequenz nicht nur als ein von der Zahl und Stärke der Reize,

sondern auch als eine von der jeweiligen Erregbarkeit des summirenden Apparates — von dessen Natur wir vorläufig absehen wollen — abhängige Function. Es wird nun verständlich, dass bei gleicher Reizfrequenz die Herzpause mit der Schwächung der Reize zu- und mit Verstärkung derselben abnimmt, und dass die Erregbarkeitsverminderung der summirenden Apparate, die, wie man annehmen darf im zweiten Stadium, also nach längerer anhaltender Reizung eintritt, in ihrem Effekte identisch sein kann mit der Abschwächung der Reize.

Untersuchung III.

Ganz so wie gegen elektrische Reize verhält sich auch, wie ich erfahren habe, das Herz gegen mechanische Reize.

Es ist eine allen Experimentatoren auf diesem Gebiete bekannte Thatsache, dass der Herzstumpf sowohl als die Herzspitze einzelne mechanische Insulte mit allgemeinen Contractionen beantwortet, es ist aber meines Wissens bisher nicht geprüft worden, in welcher Weise das Herz gegen intermittirende mechanische Reize reagirt.

Die Methode, nach der folgende Versuche angestellt wurden, ist Eingangs mitgetheilt. Ich muss hier nur bemerken, dass, will man schöne Erfolge erzielen, die Versuche an abgeklemmten nicht ausgeschnittenen Herzstümpfen, respective Herzspitzen vorgenommen werden müssen. Ausgeschnittene Präparate ermüden ausserordentlich rasch und man kann mit solchen keine langdauernde Versuche ausführen.

Beifolgende Abbildungen werden die Vorgänge wohl am besten veranschaulichen. Die auf der Abscisse aufgetragenen Marken entsprechen den Reizen, die Ordinaten den Herzcontractionen. Die Höhe der Ordinaten steht in keiner Relation zu der der Herzcontractionen. Die kleineren Reizintervalle betragen 1 Sekunde, die grösseren 2 Sekunden.

Fig. 32 *a*, *b*, *c*, *d* und Fig. 33 *a*, *b* entsprechen Versuchen am Herzstumpf, Fig. 34 *a*, *b*, *c*, *d*, *e* und Fig. 35 *a*, *b*, *c*, *d*, *e*, entsprechen Versuchen an der Herzspitze.

Gegen intermittirende, mechanische Reize reagiren also der Herzstumpf und die Herzspitze in gleicher Weise, wie gegen elektrische. Hier wie dort ist das Herz im Stande eine Reihe von

Fig. 32.

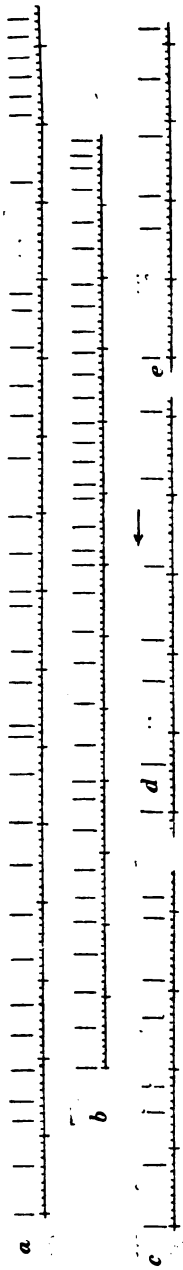


Fig. 33.

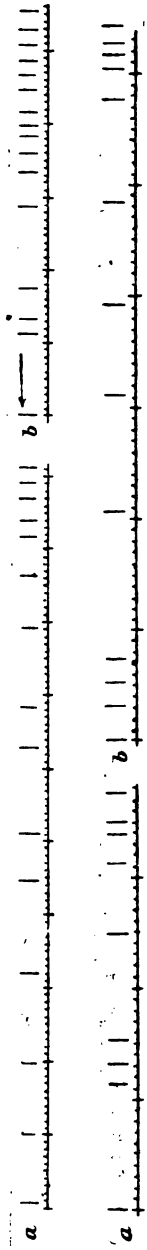


Fig. 34.

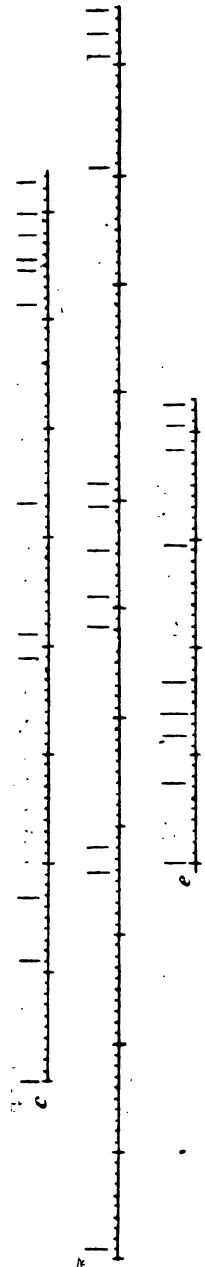
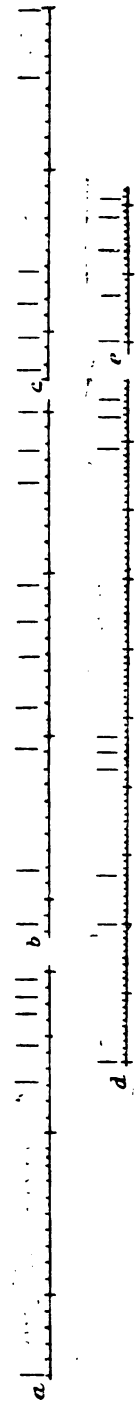


Fig. 35.



Reizen unbeantwortet zu lassen, ohne deshalb seine Thätigkeit einzustellen, hier wie dort erweist sich das Herz zu Beginn der Reizung beweglicher als im weiteren Verlaufe derselben.

Auf Grund dieser Übereinstimmung, sowie des Umstandes halber, dass auch hier einzelne neue Reize das Herz zu einzelnen Contractionen veranlassen, wenn sie demselben vor Ablauf der vor ihm eingehaltenen Pulsperiode zugeführt werden, lässt sich schliessen, dass das Herz auch mechanische Reize zu summiren im Stande ist. Den vollen Beweis hiefür konnte ich nicht erbringen, weil mir kein Verfahren zu Gebote stand die Intensität mechanischer Reize in ähnlicher Weise abzustufen, wie die der elektrischen.

Untersuchung IV.

Vergleicht man die Versuche, die W. Stirling[1] in Gemeinschaft mit H. Kronecker über die Summation von Hautreizen angestellt hat, mit den mitgetheilten Versuchen, so ergibt sich, dass der Herzstumpf und die Herzspitze in ähnlicher Weise gegen intermittirende elektrische Reize reagiren, wie das Reflexpräparat vom Frosche.

Diese Übereinstimmung erfliesst schon aus folgenden Sätzen, die Stirling aus seinen Versuchen ableiten konnte:

1. „Wenn mässige Reize bei abnehmender Erregbarkeit nahezu minimal werden, verlängern sich die Latenzzeiten.“
2. „Die Latenzzeiten nehmen ab, während die Reize wachsen.“
3. „Die Bewegung wird besser gefördert durch Wiederholung der Reize als durch Verstärkung derselben.“

Hiezu muss aber bemerkt werden, dass der weitaus grösste Theil der Stirling'schen Versuche deshalb nicht mit meinen verglichen werden kann, weil Stirling sich zumeist mit dem Erscheinen einer Reflexbewegung begnügte, hierauf die Reizung unterbrach, um dieselbe nach kürzerer oder längerer Erholungspause in gleicher Weise aufzunehmen. Hier handelte es sich also wesentlich um das Auftreten einer Initialsummationswirkung, respective um eine Summirung von Reizen durch das ruhende

[1] Über die Summation elektrischer Hautreize. Arbeiten aus dem physiologischen Institute in Leipzig 1874.

Reflexpräparat. Nach dieser Richtung besteht aber insoferne ein unläugbarer Unterschied zwischen diesem und dem Herzen, als sich an letzterem die Initialsummation nur in seltenen Fällen nachweisen lässt. Man kann demnach nur solche Versuche mit einander vergleichen, in denen durch fortgesetzte Reizung Bewegungen hervorgerufen werden, die in Perioden auftreten, deren jede eine Anzahl von Reizen umfasst.

Dass bei fortgesetzter intermittirender Reizung solche periodische Zuckungen auftreten, haben schon E. H. Weber[1], Setschenow[2] und Nothnagel[3] beobachtet, aber die Abhängigkeit der Periodenlänge von der Zahl und Stärke der Reize erhellt erst aus zwei Versuchen Stirling's, die dem Studium der vorläufigen und endgültigen Reflexe dienten, und die, wie alle seine Versuche, mit Zuhilfenahme der graphischen Methode ausgeführt wurden.

Um das Vergleichsmaterial nach dieser Richtung zu vermehren, habe ich, im Wesentlichen dem von Stirling vorgezeichneten Modus folgend, mit der Abweichung bloss, dass ich zur Reizung nur Öffnungsinductionsschläge anwandte, eine Reihe von 6 Versuchen ausgeführt und theile hieraus einige Abbildungen mit, aus denen sich die Übereinstimmungsweise der Reaction des Reflexpräparates und des Herzens ergibt.

Fig. 36 entspricht einem Versuche, wo bei gleicher Reizstärke und langdauernder Reizung die Rhythmik regelmässig verblieb.

Fig. 37 und 38 demonstriren die Ähnlichkeit des Reflexpräparates und des Herzens mit Rücksicht auf den anfänglich rascheren und später langsameren Rythmus. Die Reizstärke blieb auch in diesen Versuchen unverändert. Aus Fig. 38 und 39 ist der Einfluss der Verminderung der Reizstärke auf die Ruhepausen ersichtlich, in Fig. 40 sieht man zudem, wie mit Verstärkung des Reizes die Bewegungen wieder zusammenrücken.

Am Reflexpräparate des Frosches, das man einer intermittirenden Reizung unterwirft, beobachtet man also Gleiches, wie am Herzstumpf und an der Herzspitze. Hier wie dort wird der Rythmus beschleunigt, wenn bei gleichem Reizintervall die Reize wachsen,

[1] Wagner's Handwörterbuch der Physiologie. Bd. III, Abth. II.

[2] Über die elektrische und chemische Reizung der sensiblen Rückenmarksnerven des Frosches. Graz 1868.

[3] Zur Lehre vom klonischen Krampf. Virchow's Archiv Bd. 49.

Fig. 36. Fig. 37. Fig. 39. Fig. 40.

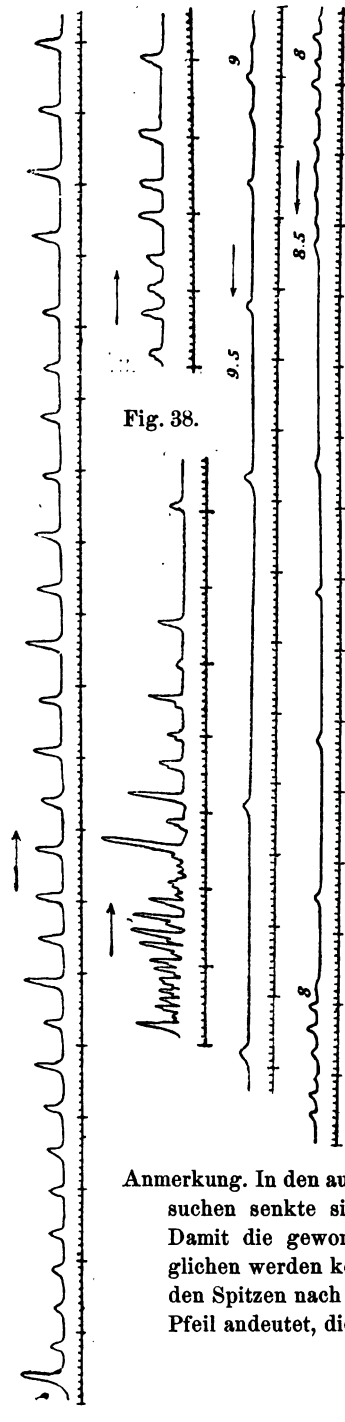


Fig. 38.

und verlangsamt, wenn sie abnehmen; hier wie dort sieht man, dass zu Beginn der Reizung die Frequenz der Bewegungen eine grössere ist als im weiteren Verlaufe derselben; hier wie dort, lassen sich durch Abschwächen des Reizes lange Latenzen hervorrufen.

Es ist demnach ein gemeinschaftliches Merkmal der periodischen Reflex- und Herzbewegungen, dass sie der Summation von Reizen ihre Entstehung verdanken.

Discussion II.

Mit dem Ergebnisse der mitgetheilten Versuche stimmt die allgemein verbreitete Ansicht überein, dass die auf locale Reizung folgende allgemeine Herzcontraction als eine Reflexbewegung aufzufassen sei, dass also von der gereizten Stelle aus die Erregungen zu Apparaten fortgeleitet werden, die, wie die reflexvermittelnden Apparate des Rückenmarks, fähig sind Reize zu summiren.

In einem Herzstumpf, der wie der Stannius'sche Herzstumpf noch Ganglien besitzt, wird man geneigt sein die summirenden Zwischenapparate in die Ganglien zu verlegen. Diese Neigung, der nur die gegenwärtig herrschende Vorstellung über

Anmerkung. In den auf Fig. 36, 37 und 38 sich beziehenden Versuchen senkte sich der Schreibhebel bei jeder Zuckung. Damit die gewonnenen Curven mit den übrigen direkt verglichen werden können, habe ich dieselben verkehrt, d. i. mit den Spitzen nach oben abbilden lassen. Daher sind, wie der Pfeil andeutet, dieselben von links nach rechts zu lesen.

die Funktion der Ganglien und deren Unerlässlichkeit für reflektorische und automatische Vorgänge zu Grunde liegt, darf uns aber nicht veranlassen zu schliessen, dass die summirenden Apparate der Herzspitze — die, wie ich gezeigt habe, auch Reize summiren kann — nothwendigerweise auch Ganglien sein müssen, und dass die Nichtanwesenheit von Ganglien die Existenz solcher Apparate ausschliesst.

Über die anatomische Beschaffenheit der summirenden Apparate lässt sich, da die bekannten Herzganglien nicht mehr ausschliesslich als solche betrachtet werden können, nichts aussagen; ebensowenig sind wir im Stande zu entscheiden, ob die Fortleitung der Reize zu und von den summirenden Apparaten auf dem Wege von Nerven erfolgt, oder ob, wie es die Versuche Engelmann's[1] glaubhaft machen, der Herzmuskel selbst diese Fortleitung besorgt. Ich will nur hier erwähnen, dass, wenn man die Angaben, die Brücke[2] über das Verhalten von willkürlichen Muskeln und ihrer Nerven gegen Inductionsschläge gemacht hat, für das Herz gelten lassen will, die Möglichkeit vorliegt, dass bei Anwendung minimaler Inductionsschläge nur Herznerven gereizt werden.

Untersuchung V.

Der Vergleich der Versuche von Merunowicz[3] und Luciani[4] lehrt, dass der Herzstumpf und die Herzspitze sich in ihrer Reaction gegen Kaninchenserum etc. von einander unterscheiden, und auch aus meinen Versuchen ergiebt sich, dass zwischen beiden, auch mit Rücksicht auf ihr Verhalten gegen elektrische Reize, ein deutlicher Unterschied besteht. Dieser Unterschied ist aber nur ein gradueller. Prüft man nämlich zuerst die Reaction eines Herzstumpfes und dann, nach Abtragung oder Abquetschung der ganglienhältigen Theile, die der Herzspitze, so zeigt sich, dass die

[1] Über die Leitung der Erregung im Herzmuskel. Pflugers Archiv. Bd. XI.

[2] Über den Einfluss der Stromesdauer auf die elektrische Erregung der Muskeln. Sitzungsbericht d. k. Ak. d. W. 1867.

[3] Über die chemischen Bedingungen für die Entstehung des Herzschlages. Arbeiter aus dem phys. Inst. Leipzig, 1875.

[4] Eine periodische Funktion des isolirten Froschherzens. Arbeiten aus dem phys. Institute in Leipzig, 1872.

Erregbarkeit der letzteren im Ganzen eine geringere geworden, dass also Reize, die für den Herzstumpf sich als ausreichende erwiesen, der Herzspitze gegenüber als unzulängliche erscheinen; es zeigt sich ferner, dass die Herzspitze eine viel geringere Beweglichkeit besitzt, als der Herzstumpf.

Diese verminderte Beweglichkeit dokumentirt sich dadurch, dass die Herzspitze mässig starke, rasch auf einander folgende Reize gar nicht oder nur mit einer anfänglichen Zuckung, oder mit einer Schlagfolge beantwortet, die viel geringer ist, als sie der Herzstumpf unter gleichen Bedingungen darbot, und dass die Herzspitze in Fällen, wo rasch einander folgende, selbst sehr starke Reize erfolglos blieben, ihre Thätigkeit wieder aufnimmt, wenn man das Reizintervall vergrössert.

Für alle diese Fälle findet man Belege in gegenüberstehender Tabelle VI, deren Inhalt durch die Aufschriften der verschiedenen Columnen wohl verständlich sein wird.

Am wichtigsten von den angeführten Versuchen ist unstreitig der sechste, in dem die Erregbarkeit der abgeschnittenen ganglienhältigen Parthie — deren Prüfung in den übrigen Versuchen nicht vorgenommen wurde — höher war, als die der Herzspitze, denn er lehrt, dass die Abtrennung nur die Erregbarkeit der Herzspitze herabsetzt, dass aber nicht, wie man vermuthen könnte, der mechanische Eingriff alle hievon ergriffenen Herztheile beeinflusse.

Die Herzspitze erweist sich übrigens nicht allein für intermittirende elektrische Reize, sondern nach den Angaben M. Fosters,[1] die ich durch eigene Versuche zu bestätigen in der Lage bin, auch gegen den constanten Strom, unter dessen Einwirkung sie bekanntlich ebenso wie der Herzstumpf in rhythmische Contractionen verfällt, unempfindlicher.

Es ist nämlich, wie ich beobachtete, die Schlagfrequenz der Herzspitze bei gleicher Stärke des durchgeleiteten constanten Stromes geringer als die des Herzstumpfes; manchmal ferner bleibt, wie ich sah, bei einer Stromstärke, die am Herzstumpf rhythmische Contractionen hervorrief, die Herzspitze in Ruhe, und es muss, um sie in Bewegung zu versetzen, der Strom verstärkt werden.

[1] The effects of the constant current on the heart by M. Foster and A. G. Dew-Smith. Studies from the physiological Laboratory in the University of Cambridge 1877.

Tabelle VI.

Versuche über den Unterschied in der Erregbarkeit des Herzstumpfes und der Herzspitze.

Versuche	Rollenabstand in Cm.	Zahl der Reize in 10 Sekunden	Eingriff	Zahl der Herzschläge in 10 Sekunden					Bemerkungen
I 1	8	20	StKlemme	7	8	7	6	5	
„ 2	8	20	B „	4	2	1	1	1	
„ 3	8	20	„ „	5	3	2			
II 1	7	20	St „	6	9	7	6	6	Bei 20 Reizen in der Sekunde macht das Herz selbst bei Ra 0 nur eine Anfangszuckung, erst bei Änderung der Reizintervalle erscheint, und zwar schon bei Ra 6 eine Reihe von Schlägen.
„ 2	7	20	B „	1	0	0	0	0	
„ 3	6	10	„ „	6					
III 1	8.5	20	St „	4	5	3	4	4	
„ 2	8.5	20	B_1 „	5	0	0	0	0	
„ 3	7	20	„ „	4	4	4			Die Stromstärke muss von Ra 8·5 auf 7 vermehrt werden, um das Herz in Bewegung zu erhalten. Bei Ra 6 und 5 später nur eine Anfangscontraction.
„ 4	4	20	B_2 „	4	1				
IV 1	6	20	St „	6	4	2			
„ 2	3	10	B „	3	0	0			Bei 20 Reizen in der Sekunde erscheint bei Ra 5, 4 und 3 nur eine Anfangscontraction, erst bei Änderung des Reizintervalles eine Reihe von Pulsen.
„ 3	0	10	„ „	3	2	2	1		
V 1	10	20	St „	7	6	4	4		
„ 2	10	20	B „	2	1	0	0	0	
„ 3	9	20	„ „	2	0	0			
„ 4	7	20	„ „	5	4	2			
VI 1	9.7	10	St „	6					
„ 2	9.7	10	B_1 „	2					
	8.5	10	B_2 „	1	0	0	0	0	Selbst bei Ra 8.5 nur eine Anfangscontraction. Der von der Herzspitze abgetrennte Theil des Herzstumpfes zeigt bei Reizung während Ra 9.7 eine Reihe von Contractionen, besitzt also die Erregbarkeit des Herzstumpfes.

Anmerkung. St Klemme bedeutet Stannius'sche Klemme, B Klemme Bernstein'sche Klemme, B_1 und B_2 deutet an, dass die Abklemmung zweimal hintereinander vorgenommen wurde, B_1 entspricht dann der ersteren höheren, B_2 der zweiten tieferen Abklemmung.

Discussion III.

Vergleicht man die Thätigkeit eines durch intermittirende elektrische Reize in Bewegung erhaltenen Herzstumpfes mit jener Thätigkeit, in welche, nach den ausführlichen Schilderungen Luciani's und Merunowicz's, durch Abtrennung zur Ruhe gebrachte Herzstümpfe nach Füllung ihrer Höhle mit Kaninchenblutserum, bluthaltiger 0.6% Kochsalzlösung oder reiner 0.6% Kochsalzlösung gerathen, so ergiebt sich, dass zwischen beiden eine auffallende Ähnlichkeit besteht. Unmittelbar nach Füllung mit Serum oder Kochsalzlösung ist nämlich die Herzaction eine rasche und wird im Verlaufe langsamer. Der Übergang von der hohen zur niederen Frequenz vollzieht sich am Herzstumpf, der mit Kaninchenblutserum gefüllt ist, unter Vermittlung eines Zustandes, in dem das Herz die Neigung darbietet, seine Schläge in Gruppen anzuordnen, die durch lange Pausen von einander getrennt sind.

Die anfängliche Beschleunigung, die spätere Verlangsamung, ja selbst die intercurrirende Gruppenbildung sind aber Erscheinungen, die das intermittirend mit Inductionsschlägen, ja selbst durch mechanische Insulte gereizte Herz ebenfalls darbietet.

Die anfängliche Beschleunigung und die darauffolgende Verlangsamung ersieht man aus den schon früher besprochenen Abbildungen.

Die Gruppenbildung mögen folgende Abbildungen erläutern:

Fig. 41.

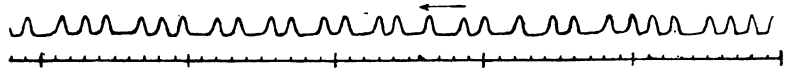
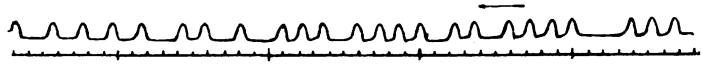
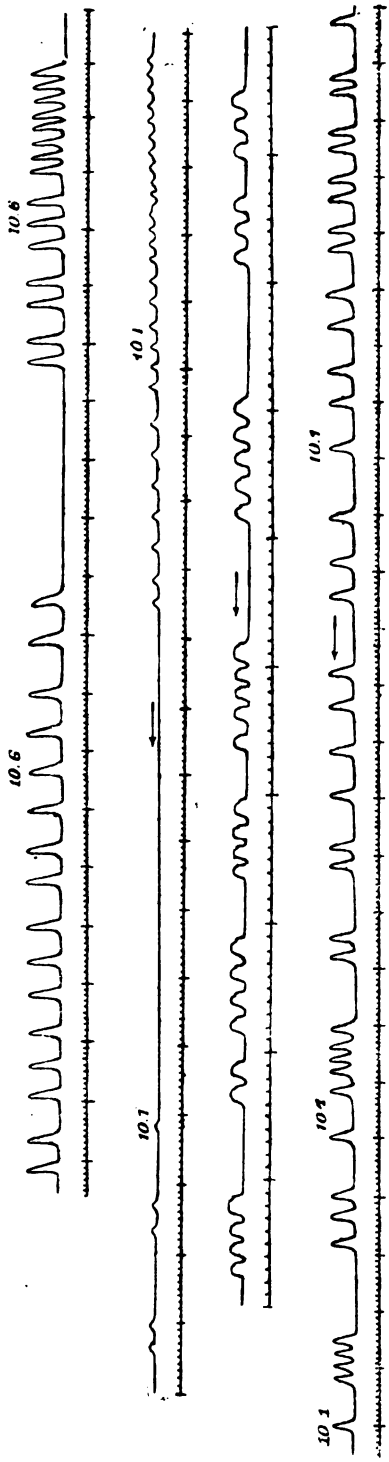


Fig. 42.



Am häufigsten ist das Vorkommen von kleinen — 2 bis 3 Schläge enthaltenden — durch kurze Pausen getrennten Gruppen, wie sie Fig. 41 und zum Theile Fig. 46 zeigen. Seltener sind lange Gruppen und lange Pausen, wie in Fig. 43, 44, 45 und auch 46.

Fig. 43. Fig. 44. Fig. 45. Fig. 46.



Es kann nicht geläugnet werden, dass das Kaninchenblutserum sowohl als die reine bluthältige Kochsalzlösung, die alle das ruhende Herz zur Contraction bringen, mit Beziehung auf das Herz als Reizstoffe anzusehen sind, d. i. als Substanzen, bei deren Berührung mit dem Herzen als Reize fungirende Verbindungen entstehen. Diese Anschauung wird man aber, nachdem man weiss, dass das Herz gegen diese Stoffe genau so reagirt, wie gegen intermittirende Reize, wohl dahin ergänzen können, dass man jede einzelne Contraction als den Erfolg einer Reihe sich summirender chemischer Reize ansieht.

Die Änderungen, welche die Contractionsgrösse bei längerem Verweilen und nach Wechsel der Füllflüssigkeit erleidet, können in diese Discussion, deren Inhalt bloss die Schlagfrequenz des Herzens bildet, nicht mit einbezogen werden, weil, wie dieses schon Merunowicz und zum Theile auch Gaule[1] auseinandersetzten, die chemischen Reize,

[1] Die Leistungen des entbluteten Herzens. Archiv f. Physiologie von E. Du Bois-Reymond 1878.

von denen die Contractionsgrösse abhängt, andere sind als jene, die die Schlagfrequenz beeinflussen.

Wenn sich unter Einwirkung der erwähnten Flüssigkeiten eine regelmässige Schlagfolge einstellt, so darf ohne weiters angenommen werden, dass der Erregungsgrad der summirenden Apparate ein stabiler geworden, und die gleiche Annahme hat für eine regelmässige Schlagfolge zu gelten, die sich unter Einwirkung elektrischer Reize entwickelt.

Für die Entstehung der Gruppenbildung unter Einwirkung von elektrischen Reizen lässt sich, wie ich glaube, der Mangel einer solchen Stabilität, also ein fortwährendes Auf- und Niederwogen in der Erregung der summirenden Apparate verantwortlich machen. Eine solche Veränderlichkeit scheint mir deshalb annehmbar, weil Ähnliches auch an den ausgeschnittenen Gefässen (Mosso[1]) zu beobachten ist.

Dem Kaninchenblutserum, unter dessen Einwirkung die Gruppenbildung immer zum Vorschein kommt, wird man demgemäss die Eigenschaft zuschreiben, den Herzstumpf in den, wie ich glaube, die Gruppenbildung veranlassenden wechselnden Erregungszustand zu versetzen. Unter dieser Annahme würde das Serum dem Herzstumpfe gegenüber sich ähnlich verhalten wie das Strychnin und Antiarin gegen das vom verlängerten Mark abgetrennte Rückenmark. (Stricker,[2] Schlesinger[3].)

An dieser Stelle will ich erwähnen, dass die Fähigkeit chemische Reize zu summiren, auch dem Reflexpräparate des Frosches — ich erinnere an die Türk'schen Fundamentalversuche, an die Versuche von Baxt[4] und an die von Sanders-Ezn[5] beobachteten periodischen Reflexbewegungen — zukommt.

---

[1] Von einigen neuen Eigenschaften der Gefässwand. Arbeiten aus dem physiol. Institute in Leipzig. 1875.

[2] Untersuchungen über die Ausbreitung der tonischen Gefässnerven-Centren im Rückenmarke des Hundes. Wiener med. Jahrbücher 1878.

[3] Über die Centra der Gefäss- und Uterusnerven. Wiener med. Jahrbücher 1874.

[4] Die Reizung der Hautnerven durch verdünnte Schwefelsäure. Arbeiten aus dem phys. Institute in Leipzig, 1871.

[5] Vorarbeit für die Erforschung des Reflexmechanismus im Lendenmarke des Frosches. Arbeiten aus dem phys. Institute in Leipzig, 1867.

Wenn ich Kaninchenblutserum etc. dem Froschherzen gegenüber als Reizbildner bezeichnete, so wollte ich hiemit durchaus nicht gesagt haben, dass in dem mit normalem Blute gefüllten Herzen keine chemischen Reize gebildet werden; es ist vielmehr — wie diess namentlich Goltz [1] schon vor Jahren behauptete—sehr wahrscheinlich, dass die den normalen Herzrhythmus veranlassenden Reize, chemische Reize seien. Diese normalen chemischen Reize müssen aber, wie ich meine, um eine Rhythmik zu erzeugen, summirend wirken, und die Contractionen des normalen unversehrten Herzens sind demgemäss als Sumationsvorgänge anzusehen. [2]

Die Reihe der sich im unversehrten Herzen summirenden Reize scheint mir aber mit den chemischen nicht erschöpft, denn es kann die Möglichkeit nicht bestritten werden, dass, wie diess Eckhardt [3] auspricht, auch die mechanischen Reize, die durch die wechselnde Spannung des Blutes im Herzen bedingt werden, sich an der Entstehung des Herzschlages betheiligen, und zwar, wie ich meine dadurch, dass sie sich zu den chemischen Reizen summiren. Eine solche Möglichkeit muss auch auf Grund analoger Erscheinungen, denen man am Reflexpräparate des Frosches begegnet, zugegeben werden, denn auch hier können, wie Stirling [4] zeigte, unterminimale elektrische Reize, durch Hinzufügung eines andern, qualitativ verschiedenen, das ist chemischen oder mechanischen Reizes, befähigt werden, reflektorische Bewegungen auszulösen.

So lange sich die Auffassung, dass die normalen Herzreize wenigstens zum grössten Theile chemische, sich summirende Reize seien, auf das unversehrte Herz und auf den Herzstumpf bezieht, dürfte sie kaum eine Einwendung erfahren, denn von letzterem ist es seit Langem bekannt, dass er manchmal spontan seinen Ruhezustand verlässt, ohne hiezu durch Serum oder bluthältige

[1] Virchow's Archiv. f. path. Anatomie Bd. XXI.

[2] Ich will hier bemerken, dass die Theorie von den summirenden motorischen Herzcentren wohl vereinbar ist mit der besonders von Rosenthal (Bemerkungen über die Thätigkeit der automatischen Centren etc. 1875) vertheidigten Ansicht, dass es im Herzen keine besonderen Hemmungscentren, zu denen der Vagus in Relation steht, gäbe, denn ein Nerv, der die Summation verlangsamt oder die Auslösung erschwert, muss die Rhythmik nothwendig verlangsamen.

[3] Beiträge zur Anatomie und Physiologie. II. Bd.

[4] L. c.

Kochsalzlösung veranlasst zu sein. Die abgeklemmte Herzspitze bleibt aber, wie schon vor Langem Heidenhain und nach ihm Bernstein[1] und Bowditsch[2] erfahren haben, ruhig, wenn sie ihren normalen Inhalt beibehält.

Diese Ruhe der Herzspitze berechtigt aber — was sich übrigens schon aus dem Verhalten des Herzstumpfes ergiebt — durchaus nicht dazu dem Froschblute reizende Eigenschaften abzusprechen. Erinnert man sich nämlich an die von Foster und mir erwiesene Thatsache, dass die Herzspitze weniger erregbar ist als der Herzstumpf, so wird man eher anzunehmen bereit sein, dass in der Unempfindlichkeit der Herzspitze, nicht aber im absoluten Mangel der vom Blute gelieferten Reize der Grund für die Ruhe zu suchen sei.

Mit gleichem Rechte wird man die Ruhe des Herzstumpfes darauf beziehen dürfen, dass derselbe für die normalen chemischen Reize weniger empfindlicher ist als das unversehrte Herz, und man wird demgemäss in dem spontanen Wiedererwachen des Herzstumpfes ein theilweises Zurückkehren zur früheren Erregbarkeit, respektive eine theilweise Erholung von dem durch Abquetschung oder Abtrennung erlittenen Choc erblicken. Wenn ich von einer theilweisen Restituirung der Erregbarkeit spreche, so stütze ich mich hiebei auf die mehrmals von mir beobachtete Thatsache, dass die Schlagfrequenz des aus der Ruhe erwachenden Herzstumpfes niedriger ist, als die des unversehrten Herzens, dass demnach der abgetrennte Herzstumpf nicht jene Erregbarbarkeit wiedergewinnt, die, wie man nach dem Gesagten annehmen muss, das unversehrte Herz besass.

Mit der vorgetragenen Anschauungsweise über die Ursache des Stannius'schen Stillstandes und des Stillstandes der Herzspitze verträgt sich sehr wohl die Vorstellung, dass den in den höheren Herzparthien gelegenen Ganglien eine grössere physiologische Bedeutung zukomme, als sie die bis jetzt anatomisch nicht definirbaren summirenden Apparate der Herzspitze besitzen.

Wenn der Herzstumpf und die Herzspitze unter Einwirkung von Kaninchenblutserum etc. sicherer aus ihrer Ruhe erwachen, so kann diess nach dem vorher Gesagten nur darauf bezogen

[1] Centralblatt f. d. med. Wissenschaften 1876.

[2] Centralblatt f. d. med. Wissenschaften 1878.

werden, dass die genannten Stoffe entweder stärkere Reize abgeben, oder die Erregbarkeit der abgetrennten Herztheile erhöhen. Wir begegnen also hier einem Verhältnisse, das seiner äusseren Erscheinung nach dem ähnlich ist, das zu Tage tritt, wenn auf die vom verlängerten Marke abgetrennten Gefässnervencentren Strychnin[1] oder Antiarin[2] einwirkt.

Untersuchung VI.

An die eben entwickelte Betrachtung reihen sich noch folgende Versuche.

Wie schon Kronecker mittheilt, und wie ich aus eigenen Versuchen weiss, begünstigt die Abkühlung die Pausenlänge und setzt zugleich die Empfindlichkeit des Herzens gegen elektrische Reize herab, während Erwärmung die Pulse zusammenrückt und die Erregbarkeit des Herzens erhöht.

Wenn man nun, unter gleichzeitiger Abkühlung, den Herzstumpf oder die Herzspitze mit Inductionsschlägen in Intervallen von einer Sekunde reizt und die Stärke des Reizes allmälig soweit abschwächt, dass es zum Herzstillstande kommt, so kann man diesen letzteren durch Erwärmung heben, ohne die Reize zu verstärken. Ich habe, wie die beigegebenen Abbildungen in Fig. 47, 48 zeigen, auf diese Weise Herzpausen in der Dauer von 35 und 49 Sekunden erzeugen können.

Fig. 47.

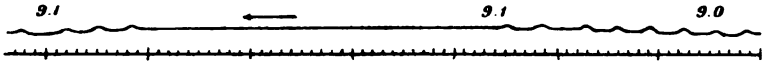
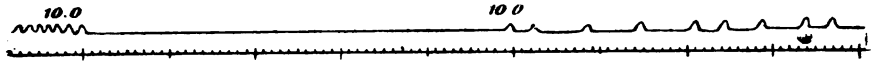


Fig. 48.



Discussion IV.

Da ich die durch Kaninchenblut etc. hervorgerufenen rythmischen Contractionen der Herzspitze und die normalen Bewegungen des unversehrten Herzens auf die gleiche Entstehungs-

[1] Schlesinger l. c.
[2] Stricker l. c.

weise zurückführe, so wird man es begreiflich finden, wenn ich erstere mit C. Ludwig und seinen Schülern Bowditsch[1], Merunowicz[2] und Stienon[3] als automatische ansehe, allerdings nicht in dem Sinne Rosenthal's, der als automatische Bewegungen nur solche bezeichnet wissen will, zu deren Erzeugung die im Leben vorhandene mittlere Beschaffenheit des Blutes ausreicht.

Die Berechtigung hiezu erhellt übrigens noch aus folgenden Thatsachen und Erwägungen.

Untersuchung VII.

Bekanntlich treten am ruhigen Herzstumpf als Nachwirkung von elektrischen[4] und mechanischen Reizen spontane Contractionen auf und dauern kürzere oder längere Zeit fort. Von eclatantestem zugleich und sicherstem Erfolge ist die zuerst von Stannius ausgeführte mechanische Reizung der Atrioventricularfurche, d. i. jenes Bezirkes, in dem die Bidder'schen Ganglien liegen. Es darf nicht auffallen, dass ich diese letzteren Bewegungen mit jenen zusammenwerfe, die als Nachwirkung von Reizen, welche das Herz an anderer Stelle treffen, auftreten. Nach der Vorstellung, die ich über die Natur und Ausbreitung der bewegungsvermittelnden Apparate gewonnen habe, ist eben kein Grund vorhanden, diese beiden als Nachwirkung von Reizen auftretenden Bewegungen ihrem Wesen nach von einander zu trennen.

Man kann nur behaupten, dass es nach Reizung der genannten Stelle sicherer zu einer Nachwirkung komme.

Da die Nachwirkung, von der ich eben spreche, sich auf Herzabschnitte bezieht, die Ganglien enthalten, könnte man im Sinne der bisher geltenden Hypothese über die Funktion der Ganglien behaupten, dass eine solche von der Existenz von Ganglien abhänge, und diese Behauptung könnte, wäre sie vollständig erwiesen, die dargelegte Ansicht über die Natur der Herzspitzen-

---

[1] l. c.

[2] l. c.

[3] Die Betheiligung der einzelnen Stoffe des Serums an der Erzeugung des Herzschlages. Du Bois-Reymond's Archiv f. Physiologie. 1878.

[4] Anmerkung. Hieher gehört auch ein Theil der in letzter Zeit von Marchand angestellten Versuche über das Verhalten von Nervencentren gegen äussere Reize. Pflügers Archiv 1878. Bd. 18.

bewegungen einigermassen erschüttern. Ich bin aber in der Lage auch gegen diese Behauptung Thatsachen vorzubringen.

Ich sah zunächst zu wiederholten Malen an der abgeklemmten sowohl als an der ausgeschnittenen Herzspitze länger andauernde rythmische Bewegungen als Nachwirkung von vorhergegangenen elektrischen Reizen[1] auftreten. In dem Falle, dem die beigegebene Fig. 49 entnommen ist, war die abgeschnittene Herzspitze vorher durch Unterbrechungen eines Kettenstromes gereizt worden, und die Nachwirkung, von der hier nur ein Theil wiedergegeben ist, dauerte über 5 Minuten. (Die Dauer der vorhergehenden Reizung ist durch Erhebung der Abscisse, auf welcher die Reize markirt sind, bezeichnet.) Zu diesem Versuche muss noch erwähnt werden, dass das betreffende Präparat genauestens mikroskopisch untersucht wurde, dass sich an demselben keine Ganglien nachweisen liessen, dass man es also gewiss mit einer Herzspitze im Sinne von Bowditsch, Merunowicz zu thun hatte.

Fig. 49.

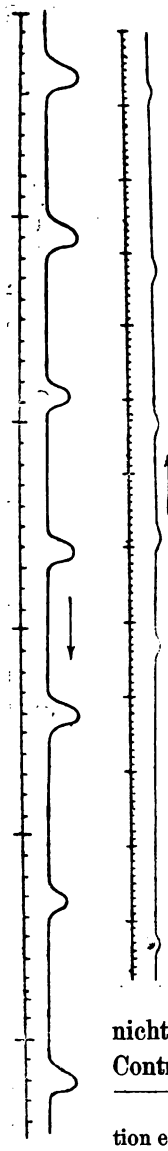
In die gleiche Categorie der Nachwirkungen gehören auch unstreitig die überzähligen Pulse Bowditsch's, die nach meinen Erfahrungen nicht selten auftreten.

Ich sah ferner einige Male die Herzspitze während und nach der Abquetschung, die selbstverständlich in den Fällen, auf die sich meine Mittheilung bezieht, ganz sicher unterhalb der Atrioventricularfurche erfolgte, spontane Contractionen ausführen; ja an einem Herzen sah ich noch nach einer zweiten und dritten Abquetschung immer die gleiche Nachwirkung auftreten.

Zwischen den Bewegungen also, die als Nachwirkung von Reizen, welche beliebige Stellen des Herzstumpfes treffen, auftreten, zwischen den Bewegungen, die durch Reizung der Bidderschen Ganglien entstehen und zwischen den Bewegungen, die nach Reizung der ganglienlosen

[1] Auch Foster l. c. hat als Nachwirkung const. Ströme spontane Bewegungen an der Herzspitze auftreten sehen.

Fig. 50. Fig. 51.



Herzspitze auftreten, ist demnach kein principieller Unterschied zu machen.

Das Reflexpräparat des Frosches ist auch in dieser Beziehung dem Herzen ähnlich, denn auch am Reflexpräparat beobachtet man bekanntlich nicht selten nach längerer Reizung eine in Form spontaner periodischer Zuckungen auftretende Nachwirkung.

In zwei exquisiten Fällen dieser Art, in denen die Nachwirkung über eine halbe Stunde währte, habe ich die in dieselbe fallenden periodische Contractionen durch einen passenden Schreibhebel auf der rotirenden Trommel registriren lassen und gebe in Beistehendem (Fig. 50, 51) Ausschnitte aus den erhaltenen Curven.

Untersuchung VIII.

Ich will endlich noch einige neue Erfahrungen über das Verhalten der Herzspitze gegen einige Gifte mittheilen, weil auch diese geeignet sind, den Satz, dass die spontanen Bewegungen der Herzspitze ihrer Natur nach den automatischen gleichkommen, wesentlich zu stützen.

Bowditsch hat bekanntlich schon gefunden, dass Delphinin rythmische Contractionen an der Herzspitze hervorrufe.[1] Da nun Delphinin ein sehr starkes Muskelgift ist, und den Herzmuskel schon in sehr geringer Dosis tödtet, prüfte ich die Wirkung des Muscarins, also eines Giftes, dem eine derartige Wirkung nicht zukommt, das aber gegen den Herzmuskel sich insoferne nicht indifferent verhält, als es erfahrungsgemäss seine Contractionsfähigkeit steigert.[2]

[1] Jüngsthin hat auch Marchand (l. c.) nach Application einer 1% Lösung von Kalium-Hydroxid und nach verdünnter Salzsäure einzelne spontane Contractionen an der Herzspitze erscheinen sehen.

[2] Ich benützte ein Präparat von schwefelsaurem Muscarin, das ich vor 3 Jahren mir selbst aus getrockneten Fliegenschwämmen nach Schmiedeberg's Angaben in E. Ludwig's Laboratorium dargestellt hatte.

Da das Muscarin zu gleicher Zeit das Froschherz zum Stillstande bringt, so habe ich die Versuche so angestellt, dass ich zuerst einen Frosch atropinisirte, nachher demselben Muscarin beibrachte und nun erst die Abklemmung der Herzspitze vornahm, oder, dass ich das Thier erst mit Muscarin vergiftete, den folgenden Stillstand durch Atropin aufhob und dann gleichfalls die Herzspitze durch Abklemmung zur Ruhe brachte.

Versuchsprotokoll.

1. Herzstillstand nach äusserer Application einiger Tropfen einer 1% Lösung Muscarin, hierauf Abklemmung der Herzspitze. Allgemeiner Stillstand. Nach äusserer Application von Atropin treten an der oberhalb der Abklemmungsfurche liegenden Herztheilen spontane kräftige Contractionen auf; an der Herzspitze sind nur seichte, unvollkommene Contractionen bemerkbar, die bald aufhören.

Es wird 1 Pravaz'sche Spritze einer 1% Muscarinlösung in die Trachea injicirt. Eine halbe Stunde hierauf erscheinen in langen, mehrere Minuten währenden Pausen kräftige, vollkommene Contractionen an der Herzspitze.

2. Es wird einem Frosche $^1/_4$ (Pravaz'sche) Spritze einer $^1/_2$% Atropinlösung und hierauf $^1/_2$ Spritze einer 5% Muscarinlösung in die Trachea injicirt. Die Herzcontractionen sind hierauf sehr kraftvoll. Die Herzspitze wird abgeklemmt. Sofort nach Lösung der Klemme erscheinen sehr kräftige Contractionen der Herzspitze, und zwar kommt auf mehrere Contractionen der oberhalb der Abklemmungsfurche gelegenen Herzparthie eine Herzspitzencontraction. Solcher Contractionen werden aber nur 5 ausgeführt, dann erscheinen an der Herzspitze bloss seichte, unvollkommene Contractionen, die im Gefolge der kräftigen Contractionen der oberen Herzhälfte auftreten. Nochmalige Einspritzung $^1/_2$ Spritze einer 5% Muscarinlösung hat keinen unmittelbaren Erfolg, doch erscheinen $1^1/_2$ Stunden nach derselben wieder einige durch lange Pausen von einander getrennte Herzspitzencontractionen.

3. Es wird einem Frosche zuerst $^1/_4$ Spritze einer $^1/_2$% Atropinlösung und dann 1 Spritze einer 2.5% Muscarinlösung in die Trachea injicirt und hierauf die Herzspitze abgeklemmt.

Unmittelbar nach Lösung der Klemme erscheinen im Gefolge der Contractionen der oberen Herzhälfte 12 vollkommene Con-

tractionen der Herzspitze. Hierauf sind nur seichte Herzspitzen-Contractionen zu beobachten.

Hierauf wird eine zweite Spritze der gleichen Muscarinlösung injicirt.

19 Minuten hierauf erscheinen kräftige, in Gruppen angeordnete Contractionen. Die folgenden Zahlen entsprechen der Zahl der je eine Gruppe constituirenden Contractionen.

3—2—4—3—1—2—3—1—1—4—6—3—1—5—4—3—2—1—2—3—3—6—2—7—2—4—3—4—4—4—1—3—2—6—1. Hierauf verschwindet die Gruppenanordnung und es treten in sehr langen Pausen einzelne Contractionen auf.

4. Es wird einem Frosche $^1/_4$ Spritze einer $^1/_2$% Atropinlösung und hierauf 1 Spritze einer $^1/_2$% Muscarinlösung in die Trachea injicirt.

Hierauf wird die Herzspitze abgeklemmt. Nach Lösung der Klemme erscheinen im Gefolge der Contraction der oberen Herzhälfte kräftige Contractionen der Herzspitze.

Es wird, um die Bewegung der oberen Herzhälfte zu sistiren, die Stannius'sche Klemme angelegt. Nach Lösung der Klemme ist der ganze Herzstumpf ruhig.

Nach circa 4 Minuten erscheinen wieder Contractionen an der Herzspitze sowohl als an den übrigen durch die Stannius'sche Klemme beruhigten Herztheilen.

5. Es wird einem Frosche eine Spritze einer 1% Muscarinlösung durch die mittlere Bauchvene ins Herz injicirt und hierauf werden einige Tropfen einer $^1/_2$% Atropinlösung auf dasselbe geträufelt, schliesslich wird die Herzspitze abgeklemmt.

Ungefähr eine Stunde nach Lösung der Klemme erscheinen an der Herzspitze kräftige rhythmische Contractionen, die lange Zeit andauern.

6. Es wird einem Frosche eine Spritze einer 1% Muscarinlösung in die mittlere Bauchvene injicirt, dann einige Tropfen einer $^1/_2$% Atropinlösung auf das Herz geträufelt. Hierauf wird die Herzspitze abgeklemmt.

Nach Lösung der Klemme erscheinen bloss seichte Contractionen an der Herzspitze, und nach längerer Zeit zwei kräftige Contractionen.

Wie die eben mitgetheilten Versuche darthun, nimmt die Herzspitze, wenn man ihrem normalen Inhalte Muscarin und Atropin zufügt, ihre durch Abklemmung vernichtete Thätigkeit in mehr oder weniger vollkommener Weise wieder auf. Da, wie ich mich überzeugt habe, Atropin allein den Stillstand der Herzspitze nicht zu heben vermag, so muss wohl die Wiederbelebung auf die erregende Eigenschaft des Muscarins bezogen werden, wiewohl die Möglichkeit nicht zu läugnen ist, dass gerade die Mischung von Atropin und Muscarin den geschilderten Effekt hervorruft. Diese Frage ist aber für die vorliegenden Fälle gänzlich irrelevant. Die Versuche sollen nur lehren, dass Gifte, die selbst in hohen Dosen angewandt, den Herzmuskel nicht tödten, die Herzspitze zur Aufnahme von spontanen rhythmischen Bewegungen veranlassen können.

Ausser den erwähnten Giften hebt, wie jüngsthin Nic. Schtschepotjin[1] mittheilt, auch Chinin den durch Abklemmung erzeugten Stillstand der Herzspitze.

---

[1] Selbstständige Contraction der Herzspitze, Veränderungen der Muskeln und der weissen Blutkörperchen unter dem Einflusse von Chinin. (Aus dem pharmakologischen Laboratorium des Herrn Prof. J. Dogiel in Kasan.) Pflügers Archiv. Bd. XIX. 1. Heft.

III. SITZUNG VOM 23. JÄNNER 1879.

Herr Hofrath Freiherr v. Burg übernimmt als Alterspräsident den Vorsitz.

Die Direction des k. k. militär-geographischen Institutes übermittelt vierzig Blätter Fortsetzungen der Specialkarte der österr.-ungar. Monarchie (1:75000).

Herr Bergrath Dr. E. v. Mojsisovics in Wien übersendet das sechste Heft seines Werkes: „Die Dolomit-Riffe von Südtirol und Venetien", nebst Blatt VI der zu diesem Werke mit Unterstützung der kaiserlichen Akademie der Wissenschaften erscheinenden geologischen Karte (1:75000).

Das c. M. Herr Prof. Ludwig Boltzmann in Graz übersendet eine Abhandlung des Herrn Prof. Albert von Ettingshausen: „Messungen über das Mitschwingen".

Das c. M. Herr Prof. E. Weyr übersendet eine Abhandlung des Herrn Adolf Ameseder, ord. Hörer an der technischen Hochschule in Wien: „Über Curven vierter Ordnung mit drei Doppelpunkten".

Das c. M. Herr Regierungsrath Prof. E. Mach in Prag übersendet ein versiegeltes Schreiben zur Wahrung seiner Priorität.

Der Secretär Herr Hofrath J. Stefan überreicht den zweiten Theil seiner Untersuchungen „über die Diffusion der Flüssigkeiten". Derselbe enthält die Berechnung der Graham'schen Versuche.

Herr kaiserlicher Rath A. Martin, Bibliothekar an der k. k. technischen Hochschule in Wien, hat durch Vermittlung Seiner Excellenz des Freih. v. Schwarz-Senborn zwei Photographien erhalten, welche die granulirte Sonnenoberfläche darstellen, und die von dem Astronomen Janssen auf der Sternwarte von Meudon aufgenommen wurden. Er legt diese Photographien der Akademie

zur Ansicht vor und knüpft daran einige Bemerkungen über die Entwicklung und die Ziele der Astro-Photographie. Schliesslich erklärt er die Art und Weise, nach welcher Janssen die vorliegenden Photographien erzeugt hat, sowie die Hypothese, welche derselbe über die in Rede stehenden Erscheinungen aufstellt.

An Druckschriften wurden vorgelegt:

Academia, real de Ciencias medicas, fisicas y naturales de la Habana: Anales. Entrega CLXXIII. Tomo XV. Dicembre 15. Habana, 1878; 8°.

Académie de Médecine: Bulletin: 3e série. Tome VIII. 43. année. Nrs. 1 & 2. Paris, 1879; 8°.

— royale des sciences, des lettres et des beaux-arts de Belgique. 47e année, 2e série, Tome XLVI, Nr. 11. Bruxelles, 1878; 8°.

— impériale: Zapiski. I. & II. St. Pétersbourg, 1878; 8°. — Bericht über die neunzehnte Zuerkennung des Uvarow'schen Preises. St. Petersbourg, 1878; 8°.

Annales des Mines. 7e série. Tome XIV. 5e Livraison de 1878. Paris, 1878; 8°.

Astronomische Nachrichten. Band 94; 2. 3 & 4. Nr. 2234—36. Kiel, 1879; 4°.

Bibliothèque universelle: Archives des sciences physiques et naturelles. N. P. Tome LXIV. Nr. 252. 15 Décembre 1878. Genève, Lausanne, Paris, 1878; 8°.

Comptes rendus des Séances de l'Académie des sciences. Tome LXXXVIII. Nr. 1. Paris, 1879; 4°.

Drozda, Jos. v. Dr.: Beitrag zur Lehre von der Pathogenese des apoplektischen Insultes.

Ecker Alexander: Catalog der anthropologischen Sammlungen der Universität Freiburg i. B. III. Nach dem Stande vom 1. April 1878; 4°.

Gesellschaft, deutsche chemische: Berichte. XI. Jahrgang. Nr. 18. Berlin, 1878; 8°.

Gewerbe-Verein, nied.-österr.: Wochenschrift. XL. Jahrgang. Nr. 3. Wien, 1879; 4°.

Hamburg, Stadtbibliothek: Gelegenheitsschriften pro 1877. 72 Stücke. 4°.

Handels- und Gewerbekammer in Wien: Bericht über den Handel, die Industrie und die Verkehrsverhältnisse in Niederösterreich während des Jahres 1877. Wien, 1878; 8°.

Ingenieur- und Architekten-Verein, österr.: Wochenschrift. IV. Jahrgang. Nr. 3. Wien, 1879; 4°.

Jahrbuch, statistisches des k. k. Ackerbau-Ministeriums für 1877. III. 2. Lieferung. Wien, 1878; 8°.

Landwirthschafts-Gesellschaft, k. k. in Wien: Verhandlungen und Mittheilungen. Jahrgang 1878. Mai—August-Heft. Wien, 1878; 8°.

Militär-geographisches Institut, k. k.: Zusendung von 40 Blättern der Specialkarte der österr.-ungar. Monarchie. Folio.

Perger, Hugo, von: Über einige Derivate des Anthrachinons. Leipzig, 1878; 12°.

Plateau, M. J.: Sur une loi de la persistance des impressions dans l'oeil. Bruxelles, 1878; 12°.

Programme der Gymnasien und Realschulen: Bistritz: IV. Jahresbericht der Gewerbeschule. 1877/8. Biestritz, 1878; 8°. — Böhm.-Leipa: Programm des k. k. Obergymnasiums. 1878. Böhm.-Leipa, 1878; 8°. — Brixen: 28. Progamm des k. k. Gymnasiums. Brixen, 1878; 8°. — Brünn: Deutsches Obergymnasium 1878. Brünn; 8°. — Geschichte des deutschen Staats-Obergymnasiums. Festschrift. Brünn, 1878; 8°. — Czernowitz: Erster Verwaltungsbericht der akademischen Lesehalle an der Franz Josefs-Universität. Czernowitz, 1877; 8°. — Eger: K. k. Staats-Obergymnasium für das Jahr 1878; 8°. — Eulenburg: Jahresbericht der Forstschule. Cursus 1878—79. Olmütz, 1879; 4°. — Fiume, k. Obergymnasium 1877/8. Agram; 8°. Hermannstadt: K. Obergymnasium. Hermannstadt, 1878; 8°. — Hermannstadt: Evangelisches Gymnasium A. B. 1877/8. Hermannstadt, 1878; 4°. — Kaschau: Obergymnasium. Kaschau, 1878; 8°. — Klausenburg: Kathol. Obergymnasium 1877/78. Klausenburg; 8°. — Leoben: III. Jahresbericht 1877—78. Leoben, 1878; 8°. — Leutschau: Königl. ungar. Staats-Oberrealschule. 1877—78. IX. szám. Leutschau, 1878; 8°. — Marburg: K. k. Staats-

gymnasium. 1878. Marburg; 8°. — Mödling: Francisco-Josephinum. VIII. Jahresbericht. 1877. Wien, 1877; 8°. — Pressburg: Königl. kathol. Obergymnasium 1877/78. Pressburg, 1878; 8°. — Reichenberg: II. Jahresbericht der k. k. Staatsgewerbeschule. 1877—78. Reichenberg, 1878; 8°. — Roveredo: K. k. Staats-Obergymnasium 1877/78. Roveredo, 1878; 8°. — Saaz: k. k. Staats-Obergymnasium. 1878. Saaz, 1878; 8°. — Schässburg: Evang. Gymnasium. 1877—78. Schässburg, 1878; 4°. — Trento: K. k. Obergymnasium. 1878. Trento; 8°. — Trieste: Accademia di commercio e nautica. 1878. Trieste, 1878; 8°. — Troppau: Staats-Gymnasium. 1877—78. Troppau; 8°. — Ung. Hradisch: K. k. Real- und Obergymnasium. 1877—78. Ung.-Hradisch; 8°. — Wien: K. k. technische Hochschule 1878—79. Wien, 1878; 4°. — Akademisches Gymnasium. 1877—78. Wien, 1878; 8°. — K. k. Obergymnasium zu den Schotten. 1878. Wien, 1878; 8°. — Staats-Untergymnasium in Hernals. 1877—78. Wien, 1878; 8°. — Wiener Handels-Akademie 1878. Wien, 1878; 8°. — Leopoldstadt: K. k. Oberrealschule, 1877/78. Wien, 1878; 8°. — Leopoldstadt: K. k. Untereralschule. 1877—78. Wien, 1878; 8°. — Margarethen: K. k. Staats-Unterrealschule. 1877—78. Wien, 1878; 8°. — Mariahilf: Communal-Real- und Obergymnasium. 1878. Wien, 1878; 8°. — Wr.-Neustadt: Nied.-österr. Landes-Lehrerseminar. 1878. Wr.-Neustadt, 1878; 8°. — Landes-Oberrealschule. 1878. Wr.-Neustadt, 1878; 8°. — Zara: K. k. Obergymnasium 1877—78. Zara, 1878; 12°.

Reden, gehalten bei der feierlichen Inauguration des für das Studienjahr 1878/79 gewählten Rectors der k.k. technischen Hochschule in Wien. Brachelli. Wien; 8°.

„Revue politique et littéraire“ et „Revue scientifique de la France et de l'Étranger.“ VIIIe année, 2e serie. Nr. 29. Paris, 1879; 4°.

Schumacher, Paul: The Method of Manufacture of several articles by the former Indians of southern California: Cambridge, 1878; 8°.

Société des Ingénieurs civils: Séances du 8. et 22. Novembre et du 6. Décembre 1878. Paris, 1878; 8°.

Société, the Royal astronomical: Monthly Notices. Vol. XXXIX. Nr. 2. December 1878. London; 8°. — Reports to the permanent commitee of the first international meteorological congress at Vienna. London. 1878; 8°.

Vierteljahresschrift, österreichische, für wissenschaftliche Veterinärkunde. L. Band, 2. Heft. (Jahrgang 1878, IV.) Wien, 1878; 8°.

Wiener medizinische Wochenschrift. XXIX. Jahrgang. Nr. 3. Wien, 1879; 4°.

SITZUNGSBERICHTE

DER

KAISERLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

MATHEMATISCH-NATURWISSENSCHAFTLICHE CLASSE.

LXXIX. Band.

DRITTE ABTHEILUNG.

2.

Enthält die Abhandlungen aus dem Gebiete der Physiologie, Anatomie und theoretischen Medicin.

IV. SITZUNG VOM 6. FEBRUAR 1879.

Herr Hofrath Freih. v. Burg übernimmt als Alterspräsident den Vorsitz.

Herr Bergrath Dr. E. v. Mojsisovics in Wien übermittelt zwanzig Pflichtexemplare seines mit Unterstützung der kaiserl. Akademie der Wissenschaften herausgegebenen Werkes: „Die Dolomit-Riffe von Südtirol und Venetien."

Das w. M. Herr Director Dr. Franz Steindachner übersendet eine Abhandlung unter dem Titel: „Über einige neue und seltene Fischarten aus den zoologischen Museen zu Wien, Stuttgart und Warschau."

Das c. M. Herr Prof. Wiesner übersendet eine im pflanzenphysiologischen Institute der Wiener Universität durchgeführte Arbeit des Cand. phil. Herrn Adolf Stöhr, betitelt: „Über Vorkommen von Chlorophyll in der Epidermis der Phanerogamen-Laubblätter".

Herr Prof. Dr. Sigmund Mayer in Prag übersendet eine Abhandlung: „Über die Erscheinungen im Kreislaufsapparate nach zeitweiliger Verschliessung der Aorta; Beitrag zur Physiologie des Rückenmarks" als sechste Mittheilung seiner „Studien zur Physiologie des Herzens und der Blutgefässe."

Herr Prof. Dr. E. Lippmann übersendet eine vorläufige Mittheilung über eine von ihm in Gemeinschaft mit Herrn Max v. Schmidt in Wien ausgeführte Arbeit: „Über die Umwandlung der Jodphenole in Dioxybenzole."

Herr Regierungsrath Anton Steinhauser in Wien übersendet das druckfertige Manuskript seines logarithmischen Tabellenwerkes, betitelt: „Hilfstafeln zur präcisen Berechnung 20stelliger Logarithmen zu gegebenen Zahlen und der Zahlen zu 20stelligen Logarithmen".

Das wirkliche Mitglied Herr Hofrath Langer legt eine Abhandlung des Dr. C. Toldt, Professors der Anatomie in Prag vor, betitelt:

„Bau- und Wachsthums-Veränderungen der Gekröse des menschlichen Darmkanales."

Das c. M. Herr Professor L. v. Barth in Wien überreicht zwei in seinem Laboratorium ausgeführte Arbeiten:

1. „Über organische Ferricyanverbindungen", von Herrn stud. chem. Oscar Bernheimer.

2. „Über die Einwirkung des schmelzenden Natronhydrats auf Phenol und die Synthese des Phloroglucins" von den Herren L. Barth und J. Schreder.

An Druckschriften wurden vorgelegt:

Académie de Médecine: Bulletin. 2e série, 33. Année. Tome XIII. Nrs. 3 & 4. Paris, 1879; 8°.

— royale de Copenhague: Mémoires. 5me Série. Classe des Sciences. Vol. XII, Nr. 3. Kjøbenhavn, 1878; 4°.

Accademia pontificia de' Nuovi Lincei: Atti. Anno XXXI; sessione II^a^ del 17 Febbraio 1878. Roma, 1878; 4°.

Akademie der Wissenschaften, königl. Preussische zu Berlin: Monatsbericht. September & October 1878. Berlin, 1879; 8°.

Apotheker-Verein, allgem. österr.: Zeitschrift nebst Anzeigen-Blatt. XVII. Jahrgang. Nr. 3 & 4. Wien, 1879; 4°.

Astronomische Nachrichten. Band 94; 5, 6 & 7. Nr. 2237—8—9. Kiel, 1879; 4°.

Bureau des Longitudes: Connaissance des Temps ou des Mouvements célestes. Paris, 1878; 8°. — Détermination de la Différence des Longitudes entre Paris—Marseille et Alger—Marseille, par M. Loewy et M. Stephan. Paris, 1878; 4°. Éphémérides des Étoiles de Culmination lunaire et de Longitude pour 1879; par M. M. Loewy. Paris, 1878; 4°.

Comptes rendus des Séances de l'Académie des sciences. Tome LXXXVIII, Nrs. 2 & 3. Paris, 1879; 4°.

Gesellschaft, königl. bayer. botan. in Regensburg: Flora. N. R. XXXVI. Jahrgang, der ganzen Reihe LXI. Jahrgang 1878. Regensburg; 8°.

Gesellschaft, österr., für Meteorologie: Zeitschrift. XIV. Band. Jänner-Heft 1879. Wien; 4°.

— physikal.-medicin., in Würzburg: Verhandlungen. N. F. XIII. Band, 1. und 2. Heft. Würzburg, 1879; 8°.

Gewerbe-Verein, nied.-österr.: Wochenschrift. XL. Jahrgang Nr. 4 & 5. Wien, 1879; 4°.

Ingenieur- und Architekten-Verein, österr.: Wochenschrift IV. Jahrgang, Nr. 4 & 5. Wien, 1879; 4°.

— — Zeitschrift. XXXI. Jahrgang. 1. Heft. Wien, 1879; 4°.

Janovsky, J. V.: Zur Kenntniss der Arsenverbindungen. Berlin 1875; 8°. — Zur Kenntniss des Valenzbegriffes. Berlin, 1876; 8°. — Zur Kenntniss des Cronstedtits von Přibram. Leipzig; 8°. — Über die verschiedenen Methoden der Phosphorsäure — Bestimmung neben Eisenoxyd, Thonerde, Kalk und Magnesia; 8°. — Beitrag zur Kenntniss des Cronstedtits. Prag, 1875; 8°. — Analyse eines Minerals von Orawicza. Prag, 1873; 8°. — Analyse eines Minerals von Orawicza. Fortsetzung. Prag, 1874; 8°. — Analyse zweier grönländischer Mineralien. Prag, 1873; 8°. — Analyse zweier grönländischer Mineralien. Fortsetzung. 8°.

Journal, the American of Science and Arts. Vol. XVII, Nr. 97. Whole Number CXVII. January, 1879. New Haven, 1879; 8°.

Kiel, Universität: Schriften aus dem Jahre 1877. Band XXIV. Kiel, 1878; 4°.

Leseverein, akademischer, in Lemberg: Bericht für das Jahr 1877—8. Lwów, 1878; 8°.

Mittheilungen aus Justus Perthes' geographischer Anstalt von Dr. A. Petermann. XXV. Band, 1879. I. Gotha; 4°.

Nature. Vol. 19, Nrs. 482 u. 483. London, 1879; 4°.

Osservatorio del Collegio reale Carlo Alberto in Moncalieri: Bullettino meteorologico. Vol. XIII, Nr. 6. Torino, 1878; 4°.

„Revue politique et littéraire," et „Revue scientifique de la France et de l'Étranger. VIIIe Année, 2e série. Nrs. 30 & 31. Paris, 1879; 4°.

Société d'Émulation d'Abbeville: Mémoires. 3e série. 2e Volume (1873—1876). Abbeville, 1878; 8°.

— entomologique de Belgique: Compte rendu. Série 2. Nr. 58 & 59. Bruxelles, 1878; 8°.

Société des Ingénieurs civils: Séance du 10 Janvier 1879. Paris; 8°.

— des Ingénieurs civils: Mémoires et compte rendu des travaux: Septembre et Octobre 1878. Paris, 1878; 8°.

Troost, B.: Nachweis der Unzulänglichkeit der Kirchhoff'schen Erklärung der Entstehung der dunklen Fraunhofer'schen Linien im Sonnenspectrum. Leipzig, 1876; 8°. — Eine Replik auf die beiden Kritiken von Dr. Karl Müller in Halle und Dr. H. W. Vogel in Berlin, betreffend die beiden Broschüren: „Eine Lichtäther-Hypothese zur Erklärung der Entstehung der Naturkräfte, der Grundstoffe und der Körper" und Nachweis der Unzulänglichkeit der Kirchhoff'schen Erklärung der Entstehung der Fraunhofer'schen Linien im Sonnenspectrum. Aachen, 1878; 8°. — Eine Lichtäther-Hypothese zur Erklärung der Entstehung der Naturkräfte, der Grundstoffe der Körper, des Bewusstseins und der Geistesthätigkeit des Menschen. Aachen, 1878; 8°.

Verein, militär-wissenschaftlicher, in Wien: Organ. XVIII. Band. 1. Heft, 1879. Wien; 8°.

— naturwissenschaftlicher von Hamburg—Altona: Verhandlungen im Jahre 1877. N. F. II. Hamburg, 1878; 8°.

— — von Neu-Vorpommern und Rügen in Greifswald: Mittheilungen. X. Jahrgang. Berlin, 1878; 8°.

Wiener Medicinische Wochenschrift. XXIX. Jahrgang. Nr. 4&5. Wien, 1879; 4°.

Studien zur Physiologie des Herzens und der Blutgefässe.

Von Dr. **Sigmund Mayer**,

a. ö. Professor der Physiologie und erstem Assistenten am physiologischen Institute der Universität zu Prag.

Sechste Abhandlung.

Über die Erscheinungen im Kreislaufsapparate nach zeitweiliger Verschliessung der Aorta.

Beitrag zur Physiologie des Rückenmarks.

Kussmaul und Tenner haben bekanntlich gezeigt, dass bei Kaninchen auf Zuklemmung der A. a. carotides und subclaviae heftige Convulsionen auftreten. Die Ursache dieser letzteren setzen sie in eine durch den Mangel der arteriellen Blutzufuhr hervorgerufene Reizung bestimmter Theile des Gehirns. Da bei dem von den genannten Forschern geübten Verfahren der Zuklemmung der Carotiden und der Schlüsselbeinarterien nicht allein das Gehirn, sondern auch das Halsrückenmark von der Anämie betroffen werden, so suchten sie nach einem passenden Versuche, um den Beweis zu stellen, dass die Convulsionen nicht durch die Rückenmarksanämie bedingt seien. Einen solchen fanden sie in der Unterbindung der beiden *Subclaviae* und des Aortenbogens nach Abgang der linken Arteria subclavia.

Auf die von Kussmaul und Tenner bei Anstellung dieser Versuche erhaltenen Resultate werden wir noch zurückzukommen haben. Vorläufig interessirt uns nur die Angabe, dass es bei Kaninchen sehr gut gelingt, den Aortenbogen nach Abgang der

---

[1] Ein vorläufiger Bericht über den Inhalt dieser Abhandlung findet sich im Anzeiger der k. Akademie, Jahrg. 1878, Nr. VIII (Sitzung der mathem. naturwissensch. Classe vom 14. März).

Arteria subclavia sinistra ohne alle Verletzung der Pleura oder anderer wichtiger Theile mit einem Faden zu umschlingen und der Compression zu unterwerfen.

Dieses Versuchsverfahren, welches von späteren Forschern nicht wieder verwendet wurde, welches aber, so weit ich sehe, zur Lösung vieler wichtiger Fragen dienen kann, habe ich nun aus der Vergessenheit hervorgezogen und unter Anwendung desselben eine ausgedehnte Versuchsreihe durchgeführt.

Was die Ausführung der Operation betrifft, so haben Kussmaul und Tenner über dieselbe keine weiteren Angaben gemacht. Sie bemerken nur in einer Anmerkung, dass die Bildung des Brustkorbes der Weibchen die Umschlingung des Aortenbogens bei diesen leichter macht, als bei Männchen.

In der That erscheint es kaum nöthig, die Ausführung dieser Operation eingehender zu schildern, wenn man bereits vorher dies in Bezug auf die Blosslegung der zum Hirn aufsteigenden Arterien gethan hat.

Ich habe es am zweckmässigsten gefunden, vorerst den Truncus brachiocephalicus, die A. a. carotis und subclavia sinistra möglichst nahe am Aortenbogen sorgfältig zu isoliren und Fäden unter denselben hindurchzuführen. Bei der Blosslegung der A. subclavia sinistra stösst man dann schon auf den Bogen der Aorta. Nun lässt man durch einen Zug an dem unter die linke Schlüsselbeinarterie gelegten Faden den Aortenbogen etwas vorziehen, befreit ihn vorsichtig von dem lockeren, ihn umgebenden Gewebe mit Hilfe von Pincetten und geht mit einem passend gebogenen Schlingenführer um denselben herum. Wenn man bei dieser Gelegenheit etwas Gewalt braucht, dann kann es vorkommen, dass eine kleine, von dem Aortenbogen nach der Tiefe abgehende Arterie angerissen wird und Anlass gibt zu einer im ersten Augenblicke beängstigenden Blutung. Gewöhnlich steht dieselbe aber nach ganz kurzer Zeit von selbst.

Ganz gewöhnlich werden die Versuchsthiere, wenn sie nicht curarisirt sind, im Momente der Compression der Aorta beim Durchführen des Schlingenführers sehr unruhig. Wenn man in diesem Falle nicht ganz ohne Widerstand von Seiten des umgebenden Gewebes vordringen kann, dann thut man gut, sofort den Versuch der Umschlingung durch sorgfältiges Zurückziehen

des Schlingenführers abzubrechen und die Beruhigung des Thieres abzuwarten.

In vielen Versuchen wurde es durch die besonderen Zwecke derselben gefordert, die Aorta nicht an der oben bezeichneten Stelle, sondern tiefer zu verschliessen. In diesen Fällen wählte ich nicht die Bauchhöhle, um die durch Eröffnung derselben unvermeidlich gegebenen Änderungen im Verhalten der Gefässwandungen zu umgehen; ich suchte vielmehr die absteigende Aorta in der Brusthöhle auf, und comprimirte sie nahe vor ihrem Durchtritte durch das Zwerchfell. Die Eröffnung der Brusthöhle nahm ich dann nicht von der Mitte aus vor, sondern von der Seite her, nachdem vorher zur Vermeidung von Blutungen die Rippen, respective die Intercostalarterien doppelt unterbunden worden waren.

Der Kürze der Darstellung wegen werde ich in den nachfolgenden Blättern die am Bogen der Aorta gleich nach dem Abgange der Arteria subclavia sinistra vorgenommene Verschliessung derselben „die hohe Compression", den Verschluss der absteigenden Aorta in der Brusthöhle die „tiefe Compression" nennen.

Der Verschluss der Aorta wurde entweder durch Anlegen einer stark federnden, mit schmalen Enden versehenen Charrière'schen Pincette oder durch Anziehen und passende Fixation des um das Gefäss geschlungenen Fadens vorgenommen. Letztere Methode passt jedoch nur für curarisirte Thiere; bei nicht curarisirten ist zu befürchten, dass durch Bewegungen des Thieres der Verschluss unvollständig wird, ja dass sogar die Gefässwandung durch den Faden angerissen werden kann.

Beide Arten des Aortenverschlusses stellen begreiflicherweise sehr tiefgehende Eingriffe in den Gesammtorganismus dar. Die Veränderungen in der Blutcirculation beeinflussen nicht allein die aus derselben ausgeschalteten Organsysteme, sondern auch die von noch offenen Gefässbahnen versorgten Körpertheile. Alle von der normalen Blutversorgung ausgeschlossenen Gewebe werden in Folge ihrer eingreifend veränderten Ernährung mehr oder weniger Alterationen ihrer normalen Leistungen erleiden müssen. Ebenso wird das Blut, wenn es so mächtige Organe, wie den Darm und die demselben adjungirten Drüsen, einen grossen Theil des Muskelsystems und der Haut u. s. w., nicht mehr, wie

in der Norm, durchkreist, Änderungen seiner Mischung erfahren müssen, die nicht ohne Rückwirkung auf seine weiteren Functionen bleiben können.

Das Studium der Erscheinungen, die durch die Compression der Aorta hervorgerufen werden, wird sich also auf ein sehr weit ausgedehntes Gebiet zu erstrecken haben. Es liegt auch in meiner Absicht, diese, wie mir scheint, sehr fruchtbare Methode nach den verschiedensten Richtungen zur Lösung vieler schwebenden Fragen in Anwendung zu ziehen. Indem ich mir die weitere Ausdehnung dieser Untersuchungen vorbehalte, will ich vorläufig nur diejenigen Erscheinungen näher beschreiben, welche sich an meine früheren Arbeiten anschliessen, nämlich die Veränderungen im Kreislaufsapparate. Im Verlaufe unserer Darstellung wird sich ergeben, dass sich schon auf diesem abgegrenzten Gebiete die zu erledigenden Fragen so häufen, dass die Forschung nur ganz allmälig ihrer Lösung sich nähern kann.

Die Erörterung der Erscheinungen im Circulationsapparate, die durch Verschluss der Aorta hervorgerufen werden, wird also den Hauptgegenstand dieser Darstellung bilden. Bei der Discussion der Versuchsergebnisse wird sich aber vielfach Gelegenheit ergeben, in den Kreis unserer Betrachtungen auch Erscheinungen hereinzuziehen, die sich auf andere Organcomplexe beziehen.

Die Versuche sind ausschliesslich an Kaninchen und mit Hilfe der bekannten graphischen Methoden angestellt; die Curarevergiftung wurde in allen Fällen angewendet, in denen es wesentlich auf das Verhalten des Herzens und der Blutgefässe ankam.

I.

Betrachten wir zunächst diejenigen Veränderungen, welche die Curve des Herzschlages und Blutdruckes *während des Bestehens* einer hohen oder tiefen Compression der Aorta aufweist.

Es ist einleuchtend, dass durch den Verschluss der Aorta ein Ansteigen des Blutdruckes hervorgerufen wird. Bei häufiger Anstellung des Versuches der hohen oder tiefen Aortencompression muss es aber alsbald hervortreten, dass die durch diesen Eingriff gesetzte Erhöhung des Blutdruckes sehr verschieden ausfallen kann. Wenn einerseits der Druck durch Aortenklemmung zuweilen

in einer Weise in die Höhe getrieben wird, welche an die Drucksteigerung durch Rückenmarksreizung am Halse, Strychninvergiftung und Compression der zum Gehirn aufsteigenden Arterien erinnert, so beobachtete man auch andererseits, dass die Wirkung des Verschlusses der Aorta auf den Blutdruck weit hinter den Effecten der eben erwähnten Eingriffe zurückbleibt und nur ein ganz unbedeutendes Ansteigen des Druckes auftritt.

Da ich über zahlreiche Versuche verfüge, in denen der Einfluss der Hirnarterien und der (hohen) Aortencompression auf den Blutdruck mit einander verglichen werden konnte, so konnte mir kaum ein Zweifel darüber bleiben, dass die Reizung einer sehr grossen Anzahl vasoconstrictorischer Nerven in ihrer Blutdruck erhöhenden Wirkung gewöhnlich weit über den Effect der mechanischen Verschliessung der Aorta hinausgeht. Meine Erfahrungen stimmen in dieser Beziehung überein mit denjenigen, welche Slavjansky[1] und v. Basch[2] in Ludwig's Laboratorium gesammelt haben.

Ich will diese wichtige Thatsache in allen ihren Consequenzen hier nicht weiter in die Discussion ziehen; es soll nur so viel bemerkt werden, dass ich auch in der Deutung derselben mit den genannten Autoren übereinstimme. Diese geht nämlich dahin, dass die Blutdruckerhöhung durch Reizung vasoconstrictorischer Nerven nicht allein durch einen verminderten Abfluss von Blut aus dem Aortensysteme, sondern auch durch einen vermehrten Zufluss zum Herzen bewirkt wird.

Ein sehr stringenter Beweis für diese Ansicht scheint mir in den Ergebnissen des folgenden Versuches zu liegen, den ich mehrere Male mit schlagendem Erfolge angestellt habe. Setzt man ein Quecksilbermanometer in die Arteria carotis sinistra und comprimirt dann zu gleicher Zeit die Arteria subclavia sinistra, den Truncus brachiocephalicus und die Aorta gleich nach dem Abgange der Arteria subclavia sinistra, so steigt in Folge dieses

---

[1] Über die Abhängigkeit der mittleren Strömung des Blutes von dem Erregungsgrade der sympathischen Gefässnerven in Berichte der kön. sächs. Gesellschaft der Wissenschaften, 1873, p. 665.

[2] Über den Einfluss des gereizten *Nervus splanchnicus* auf den Blutstrom innerhalb und ausserhalb seines Verbreitungsbezirkes, aus den Arbeiten des physiologischen Institutes zu Leipzig, 1875.

Eingriffes der Blutdruck sofort und unmittelbar an denselben sich anschliessend stark in die Höhe. Nach 6—8 Secunden aber schickt sich der Blutdruck neuerdings an, sehr bedeutend, aber viel langsamer, anzusteigen. Die Curve zeigt ganz denselben Verlauf, den ich in der IV. Abh. dieser Studien geschildert habe als Folge der Compression der Hirnarterien.

Dieser Versuch beweist, dass das Ansteigen des Blutdruckes in Folge der Hirnreizung durch Anämie nicht ausschliesslich durch eine Verengerung der arteriellen Blutbahnen hervorgerufen sein kann. Wäre dies der Fall, dann müsste nach dem Verschlusse der Aorta und der A. a. carotides und subclavia der Druck sofort auf das Maximum ansteigen; denn es ist nicht abzusehen, wie die vom Hirn ausgehenden Innervationen nur durch die Verschliessung von Arterien noch weiter auf den Blutdruck sollen wirken können, nachdem schon vorher der Abfluss aus dem linken Herzen durch Sperrung der grossen Arterien verhindert worden. Wenn nun gleichwohl auf das durch die Klemmung der grossen Gefässe gesetzte Ansteigen des Druckes eine zweite mächtige Welle folgt, so kann dies nur darin begründet sein, dass durch die Reizung vasomotorischer Nerven Blut nach dem rechten Herzen vorgeschoben wird. Ob hiebei die Contraction von Arterien, Venen oder Capillaren die wesentliche Rolle spielt, soll an dieser Stelle nicht weiter erörtert werden.

Über das Verhalten des Druckes während der Dauer einer Compression ist Folgendes zu bemerken:

Die ganz gewöhnlich auftretenden starken Änderungen in der Herzthätigkeit, auf die wir noch zurückkommen werden, sind natürlich auch von Änderungen im arteriellen Blutdrucke begleitet. Diese Schwankungen des Blutdruckes sind in ihrer Abhängigkeit von der veränderten Herzleistung im Aussehen der Curve wohl charakterisirt.

Man bemerkt ausserdem im Verlaufe einer mehrere Minuten dauernden Aortencompression entweder ein ganz allmälig sich ausbildendes Ansteigen oder auch umgekehrt ein Absinken des Druckes; doch handelt es sich hier um Schwankungen, die über den Werth von 10—20 Mm. Hg. selten hinausgehen. Den Ursachen dieser Verschiedenheiten bin ich nicht weiter nachgegangen.

Besondere Erwähnung verdient eine Erscheinung, die im Verlaufe einer Aortencompression an der Curve des Blutdruckes gar nicht selten, aber durchaus nicht in allen Fällen, hervortritt. Es sind dies nämlich Schwankungen eigenthümlicher Art, die ganz besonders dadurch charakterisirt sind, dass der Druck um 20—30 Mm. Hg. ziemlich steil abfällt, um dann in etwa $^1/_4$ Minute wieder langsam zur früheren Höhe anzusteigen, zweitens dass diese Schwankungen nahezu in gleichen Zeiten aufeinanderfolgen (etwa 2—4 in der Minute), drittens, dass sie selten vor der zweiten Minute nach der Compression aufzutreten beginnen.

Einen genauen Einblick in die Natur dieser Schwankungen habe ich nicht gewinnen können. Was ich über dieselbe aus meinen Beobachtungen glaube ableiten zu können, ist Folgendes:

Die in Rede stehenden Schwankungen auf Muskelcontractionen zu beziehen, verbietet der Umstand, dass die Versuchsthiere, an denen sie beobachtet wurden, tief curarisirt waren. Gegen ihre Abhängigkeit von einer veränderten Herzthätigkeit sprach das unveränderte Aussehen der Curve, so weit dieselbe den Herzschlag betraf. Einen Anhaltspunkt für bie Deutung dieser Schwankungen gewann ich aus Beobachtungen an nicht curarisirten Versuchsthieren. An solchen war es mir wiederholt aufgefallen, dass dieselben nach Ablauf der ersten unmittelbar an die Compression der Aorta sich anschliessenden Unruhe, erst nach mehreren Minuten neuerdings unruhig werden und starke Bewegungen machen; diese Anfälle von starker Unruhe des Thieres zeigten nun in mehreren Beobachtungen einen unverkennbaren Rhythmus, welcher mit dem, in welchem an curarisirten Thieren die Schwankungen des Blutdruckes auftraten, übereinstimmte.

Nachdem ich dieses Verhalten mehrfach constatirt hatte, schien es mir nicht von der Hand zu weisen, die rhythmischen Blutdrucksenkungen als den Ausdruck einer der Muskelinnervation associirten vasodilatatorischen Innervation anzusehen. Gegen diese Auffassung darf nicht geltend gemacht werden, dass mit Muskelkrämpfen gewöhnlich Blutdruckerhöhung eintritt; im letzteren Falle ist die Wirkung der Gefässinnervation nicht mehr von der rein mechanischen, der Muskelzusammenziehung zu sondern.

Was das Verhalten des Herzschlages nach Aortencompression betrifft, so wollen wir uns kurz fassen, und nur einige in den Vordergrund tretende Erscheinungen hier kurz besprechen.

Unmittelbar nach Verschluss der Aorta werden die Pulse sehr verlangsamt und zu gleicher Zeit tritt eine sehr beträchtliche Irregularität im Herzschlage auf.

Was die Deutung der Pulsverlangsamung betrifft, die bereits von vielen Autoren als Folge der Aortencompression beschrieben ist, so circulirt in den Handbüchern und Abhandlungen vielfach die Angabe, dass durch Steigerung des Blutdruckes eine Erregung der Hirnenden der Hemmungsfasern hervorgerufen werde.

Obwohl ich die Veränderungen im Herzschlage nach Aortencompression noch eingehender, als es bis jetzt von mir geschehen ist, zu analysiren gedenke, so will ich doch hier schon einige Erfahrungen, die ich bei meinen zahlreichen Versuchen gesammelt habe, einschalten.

1. Dass bei der Entstehung der Pulsverlangsamung auf Aortencompression centrale Erregung der Hemmungsfasern im Spiele ist, wird durch Versuche bewiesen, in denen, während bestehender Pulsverlangsamung bei zugeklemmter Aorta, die Durchschneidung beider *Nervi vagi* eine auffällige Pulsbeschleunigung hervorrief.

2. Man kann sich aber auf der anderen Seite leicht davon überzeugen, dass in vielen Fällen die beiderseitige Durchschneidung der *Nervi vagi* am Halse an dem Aussehen der Curve so gut wie gar nichts ändert. Nach wie vor zeigt der Herzschlag ein Verhalten, als sei eine starke Erregung der Hemmungsfasern im Spiele. Es handelt sich hier um nichts Anderes, als um eine besonders starke Ausprägung derjenigen Veränderungen im Herzschlage, welche mit Vorliebe bei hohem Blutdrucke auftreten, und welche Knoll ausführlich erörtert hat.

Wir wollen hier ausdrücklich darauf hinweisen, dass das Auftreten von abortiven Schlägen des Herzens, besonders bei Anwendung des Quecksilbermanometers, Anlass geben kann zur Annahme einer bestehenden Pulsverlangsamung durch Vagusreizung, während eine solche in Wirklichkeit durchaus nicht besteht.

Wenn bei hohem Blutdrucke (sei derselbe durch Aortencompression oder andere Umstände hervorgerufen) das Queck-

silbermanometer eine Curve verzeichnete, die einen sehr langsamen Herzschlag aufwies, so gelang in einer sehr grossen Anzahl von Fällen folgender Versuch. Drückte man die Brust seitlich zusammen, am besten so, dass man das ausgedehnte Herz zwischen die Finger zu fassen trachtete, so erfolgte alsbald, unter mässigem Absinken des Blutdruckes, eine rasche und regelmässige Pulsation des Herzens. Hörte man mit dem Drucke wieder auf, so fiel das Herz sehr bald wieder in seine frühere Schlagart zurück; es wechseln dann nämlich abortive mit kräftigen Schlägen ab, die sich an der Curve so markiren, als schlage das Herz ausserordentlich langsam.

Mit Hilfe des eben erwähnten, sehr oft von mir erprobten Kunstgriffes, kann man sich in zweifelhaften Fällen Aufklärung über die wirklich bestehende Pulsfrequenz verschaffen, während die Aussagen des Manometers leicht zu einer unrichtigen Auffassung verleiten können.

3. Wenn, wie wir oben gesehen haben, in der That nach Compression der Aorta eine centrale Erregung der Hemmungsfasern zu Stande kommt, so ist doch die Zurückführung derselben auf den hohen Blutdruck durchaus nicht bewiesen. Keinesfalls hat man in den bis jetzt vorliegenden Untersuchungen über diesen Gegenstand alle Umstände berücksichtigt, welche bei der Compression der Aorta zur Herbeiführung einer centralen Erregung der Hemmungsfasern mitwirken können. So kann doch nicht übersehen werden, dass durch die mit der Aortencompression gegebene Blutleere der abwärts von der Ligatur gelegenen Organe (Haut, Muskeln, Darm und seine Anhangsdrüsen etc.) eine Reizung sensibler Nerven und in Folge dieser eine Reflexerregung des Hemmungscentrums hervorgerufen werden kann. Weiterhin kann durch die Blutleere des Rückenmarkes gleichfalls eine derartige Reflexerregung möglicherweise eingeleitet werden. Endlich ist es auch denkbar, dass das durch die Aortencompression an der Entleerung gehinderte Herz durch Dehnung eine Reizung centripetaler Nerven erfährt und so ebenfalls auf reflectorischem Wege eine Pulsverlangsamung durch Vagusreizung zu Stande gebracht wird.

4. Es ist fernerhin leicht einzusehen, dass die Blutmischung durch Aortencompression verändert werden muss; in wieweit

dieser Umstand zur Herbeiführung einer Vagusreizung führen kann, bedarf ebenfalls einer genaueren Erwägung.

Die eingehende Besprechung der angeregten Fragen auf Grundlage einer experimentellen Untersuchung behalte ich einer späteren Mittheilung vor.

Wenn nun auch die während der Compression der Aorta auftretenden Veränderungen im Circulationsapparate alle Beachtung verdienen, so erregen doch die nach dem Wiederfreigeben des Gefässrohres zur Beobachtung kommenden Erscheinungen unser Interesse in einem weit höheren Grade. Mit diesen wollen wir uns nun eingehender beschäftigen.

Die nach der Aortencompression in den Kreislaufsapparaten zum Vorschein kommenden Phänomene zeigen einen sehr verschiedenen Charakter je nach der Dauer und dem Orte der Compression (hohe oder tiefe Abklemmung). Auf den Einfluss, den der Ort der Compression auf den Ablauf der Erscheinungen ausübt, werden wir im Laufe der Discussion zurückkommen.

Was die Abhängigkeit der Folgeerscheinungen einer Aortenklemmung von der Dauer der letzteren betrifft, so wird es für die Darstellung unseres Gegenstandes erspriesslich sein, wenn wir, entsprechend den uns vorliegenden Resultaten, dieselben in drei Kategorien theilen.

Die erste Kategorie wird beobachtet, wenn die Compression bis gegen 10 Minuten andauert; die zweite umfasst die Erscheinungen, die auftreten, wenn die Compression 10—15 Minuten dauert, die dritte, wenn der Aortenverschluss sich über 15 Minuten hinaus erstreckt.

Wir werden der Kürze wegen in den nachfolgenden Blättern die Aortencompression bis zu 10 Minuten Dauer als eine kurze, die von 10—15 Minuten Dauer als eine von mittlerer Dauer, und endlich die über 15 Minuten als eine lange Compression bezeichnen. Dass es sich bei diesen Zeitangaben nur um angenäherte Werthe handeln kann, braucht kaum besonders hervorgehoben zu werden.

II.

Löst man eine hohe Aortencompression, nachdem sie fünf Minuten bestanden, so beobachtet man weitaus in der Mehrzahl

der Fälle Folgendes: Unmittelbar nach Freigebung der Aorta sinkt der Blutdruck ganz steil von seiner Höhe herab auf einen Stand, der etwas tiefer ist, als der vor der Compression beobachtete. Dieser tiefe Stand des Blutdruckes aber ist ganz vorübergehend (2—4 Sec.), unmittelbar nach dem steilen Abfall geht der Druck wieder in die Höhe, erreicht entweder denselben Werth, wie vor der Compression, oder bleibt etwas über oder unter demselben. Die nach der einen oder anderen Seite liegenden Abweichungen vom Anfangsdrucke sind aber so unbedeutend, dass sie nicht weiter in Betracht kommen können.

Dauert die Compression 5—10 Minuten, so tritt gewöhnlich derselbe Erfolg ein, wie er eben geschildert wurde; man muss aber darauf gefasst sein, dass Compressionen von der angeführten Zeitdauer hie und da bereits diejenige Erscheinungsreihe im Gefolge haben, die wir später bei der Erörterung der Wirkung einer Aortencompression von mittlerer Dauer schildern werden.

In Bezug auf den Herzschlag beobachtet man nach Lösung einer Compression von kurzer Dauer ausser dem mehr oder weniger raschen Verschwinden der während der Compression bestandenen Verlangsamung und Unregelmässigkeit nichts von Bedeutung.

Die mitgetheilten Versuchsergebnisse geben Anlass zu den nachfolgenden Betrachtungen:

Der schon lange bekannte Stenson'sche Versuch lehrt, dass nach Verschluss der Aorta eine sehr rasch eintretende Lähmung der hinteren Extremitäten auftritt. Die nähere Prüfung der Theile abwärts von der Ligatur lehrt weiterhin, dass zugleich mit der Mobilität auch die Sensibilität sehr rasch schwindet.

An nicht curarisirten Thieren habe ich vielfach nach hoher Aortencompression das Verhalten der hinteren Extremität in Bezug auf Sensibilität und Motilität geprüft. Schon im ersten Viertel der ersten Minute habe ich öfters beide geschwunden gesehen; über zwei Minuten hinaus erhielten sich Beweglichkeit und Empfindungsfähigkeit nur sehr selten.

Die ältere Auffassung dieses Versuches ging bekanntlich dahin, dass die peripheren Nerven und die Muskeln in Folge der abgeschnittenen arteriellen Blutzufuhr sehr rasch ihre Erregbarkeit einbüssen.

Schiffer[1] hat im Jahre 1869 gezeigt, dass die Lähmung der hinteren Extremitäten im Stenson'schen Versuche nicht sowohl auf eine Anämie der peripheren irritablen Theile (Nerven und Muskeln) zu beziehen sei, sondern dass hauptsächlich die Blutleere des Rückenmarkes für die rasch auftretende Lähmung verantwortlich gemacht werden müsse.

Schiffer hat sich dadurch ein unbestreitbares Verdienst erworben, dass er die in Deutschland allgemein adoptirte irrthümliche Deutung des alten Stenson'schen Versuches aus dem Wege geräumt hat. Ich will aber hier bemerken, dass in Frankreich die richtige Auffassung dieses Versuches schon früher sich eingebürgert hatte. Es geht dies deutlich hervor aus einer Stelle bei Vulpian,[2] die ich wörtlich hieher setzen will: „Il y a, au contraire, abolition entière et presque instantanée de l'excitabilité de la moelle épinière, lorsque la circulation y est subitement et totalement interrompue. Je vais le démontrer par une expérience qui porte le nom de celui qui la fit le premier, Sténon, et que les physiologistes ont souvent répétée".

Vulpian und Schiffer sind beide der Meinung, dass es hauptsächlich die graue Substanz des Rückenmarkes ist, deren Leistungsfähigkeit durch die fehlende Durchströmung mit arteriellem Blute so rasch vernichtet wird.

Betrachten wir nun, im Hinblicke auf die Ergebnisse des Stenson'schen Versuches die oben erwähnten Folgeerscheinungen einer Aortencompression von kurzer Dauer, insoweit sie den Blutdruck, respective das Verhalten der vasoconstrictorischen Nerven betreffen, so ergeben sich hiebei einige sehr bemerkenswerthe Folgerungen.

Es kann nicht bezweifelt werden, dass durch die hohe Aortencompression alle abwärts von der Compressionsstelle gelegenen Organe und somit auch das Rückenmark vom Anfange seines Brusttheiles an eine eingreifende hochgradige Abschwächung ihrer normalen Blutcirculation erfahren. Nun ist es weiterhin durch eine ganze Reihe von Versuchen hinlänglich erhärtet, dass,

[1] Über die Bedeutung des Stenson'schen Versuches im Centralblatt für die medicinischen Wissenschaften, 1869, p. 579.

[2] Leçons sur la physiologie générale et comparée du système nerveux. Paris 1866, p. 451.

beim Kaninchen wenigstens, weitaus die Mehrzahl der vom Gehirn ausgehenden vasoconstrictorischen Nerven durch das Halsmark und Brustmark hindurch verlaufen und erst in letzterem allmälig aus dem Rückenmarke heraustreten.

Wenn die vasoconstrictorischen Nervenbahnen im Rückenmarke ganz in derselben Weise angeordnet wären, wie die Innervationsbahnen für die quergestreiften Muskeln einerseits, und die centripetalleitenden der Hautsensibilität dienenden Nervenbahnen andererseits, dann ist nicht einzusehen, warum erstere in Folge der Rückenmarksanämie nicht demselben Schicksale anheimfallen, wie letztere in dem bekannten Stenson'schen Versuche. Thatsächlich aber beobachten wir, dass nach hoher Compression der Aorta bis zur Dauer von 5—10 Minuten, ein solcher Erfolg nicht eintritt; der Blutdruck sinkt nicht auf einen tiefen Stand, wie er einer Lähmung der Hauptmasse der durch das Hals- und Brustmark hindurch verlaufenden vasoconstrictorischen Nerven entspricht. [1]

Das Resultat dieser Erörterungen können wir dahin zusammenfassen, dass die Rückenmarksbahnen der für den Blutdruck wichtigsten vasoconstrictorischen Nerven ein wesentlich anderes Verhalten

---

[1] Es scheint mir nicht ohne Nutzen zu sein, wenn man für gut beobachtete, und wenigstens in ihren nächsten ursächlichen Bezügen klar erkannte Thatsachen kurze und prägnante Bezeichnungen einführt. Aus einer grossen Anzahl von Versuchen geht nun hervor, dass in allen Fällen, in denen das vasoconstrictorische Hirncentrum seine normale Thätigkeit nicht mehr entfalten kann, sei es, dass dasselbe functionell auf irgend eine Weise vernichtet ist, sei es, dass die Leitungsbahnen zwischen demselben und den Gefässen aufgehoben sind, ein sehr tiefer Stand des arteriellen Blutdruckes auftritt.

Wenn man von diesem Zustande des Blutdruckes sprechen will, so muss man immer mehr oder weniger schleppende Ausdrücke anwenden, als „tiefer Stand des Blutdruckes, wie nach Rückenmarksdurchschneidung oder nach functioneller Ausschaltung des vasoconstrictorischen Hirncentrums, etc.“

Für den tiefen Stand des Blutdruckes, wie er unter den genannten Bedingungen auftritt, erlaube ich mir, die Bezeichnung vorzuschlagen: „encephalo-paralytischer oder paralytischer Blutdruck schlechtweg“. In den nachfolgenden Blättern werde ich mich dieses Ausdruckes in dem dargelegten Sinne bedienen.

gegen Anämie zeigen, als diejenigen Nerven, welche der willkürlichen Bewegung der Muskeln und der Sensibilität der Haut dienen, allerdings nur insoweit, als es sich um den Verlauf der letzteren durch das Rückenmark handelt.

Von einem ganz anderen Ausgangspunkte aus, als andere Untersucher dieses Gegenstandes, sind wir somit zur Aufstellung eines Satzes gelangt, den bereits frühere Forscher formulirt haben.

Ludwig und Thiry[1] haben zuerst darauf hingewiesen, dass die van Deen'sche Lehre von der Unerregbarkeit des Rückenmarks, insofern es sich hiebei um die künstliche Reizung der Muskelnerven handelt, für die Nerven der arteriellen Ringfaserhaut keine Geltung beanspruchen könne. Die genannten Forscher fanden, dass die vasoconstrictorischen Nerven im Rückenmark gerade so reizbar sind, als in den Stämmen, in die sie ausserhalb des Rückenmarkes zusammengefasst werden. Auch Loven[2] hat die Reizbarkeit der Gefässnerven im Rückenmark hervorgehoben und bemerkt, es hänge dieser Umstand wohl zusammen mit einer „besonderen Lagerungsart der Gefässnerven innerhalb des Markes".

Es bedarf einer Erklärung für die merkwürdigen Thatsachen, dass ein Theil der Rückenmarkssubstanz durch Anämie rasch gelähmt wird, während ein anderer viel resistenter gegen den Blutmangel sich erweist, dass weiterhin gewisse Rückenmarksbahnen künstlichen Erregungsmitteln (elektrische Ströme, mechanische und chemische Reizmittel etc.) ebenso zugänglich sind, wie periphere Nerven, während andere Partien des Rückenmarks künstlich nicht in den Zustand der Erregung versetzt werden können.[3]

---

[1] Diese Sitzungsberichte, Bd. 48, p. 6 des Separatabdruckes.

[2] Sächsische Berichte, 1866, p. 101.

[3] Die Unempfindlichkeit der grauen Rückenmarkssubstanz gegen künstliche Reize, sowie die Unfähigkeit der weissen Vorderstränge durch elektrische Reizung Muskelzuckungen hervorzurufen, sind gut erhärtete Thatsachen, die bis jetzt allen Angriffen Stand gehalten haben. Wenn man von der Unempfindlichkeit des Rückenmarkes gegen künstliche Reize spricht, darf man aber nicht vergessen, dass sich verschiedene Theile dieses Organes nach dieser Richtung verschieden verhalten können.

Wir begeben uns mit den nachfolgenden Erörterungen auf ein Gebiet, das einer directen experimentellen Erforschung vorderhand nur sehr schwer zugänglich sein dürfte. Um so mehr müssen wir darnach streben, von allgemeinen Betrachtungen aus Einblicke in diese verwickelten Verhältnisse zu gewinnen, ohne uns das Hypothetische derselben zu verhehlen.

Werfen wir einen vergleichenden Blick auf die anatomische Structur der peripherischen Nerven einerseits und der Rückenmarkssubstanz andererseits, so ist es sofort in die Augen springend, dass die Unterschiede zwischen weisser Substanz des Rückenmarkes und peripheren Nerven nur geringe sind; dass aber graue Substanz und peripherische Nervensubstanz durch eine weitere Kluft von einander getrennt sind.

Übertragen wir diese aus der Anatomie gewonnene Erkenntniss auf die Leistungen des Rückenmarkes und der peripheren Nerven, so dürfte es einige Wahrscheinlichkeit für sich haben, dass die Kräfte der weissen Substanz denen der peripherischen Nerven sehr nahe stehen, dass aber in der grauen Substanz Vorgänge sich abspielen, welche von denen in der weissen Rückenmarksmasse wesentlich verschieden sind. In allen Fällen also, in denen wir am Rückenmarke wesentlich andere Erscheinungen auftreten sehen, als an peripherischen Nerven, dürfen wir die Vermuthung hegen, dass hiebei hauptsächlich die graue Substanz des Rückenmarks betheiligt ist.

Wenn somit auf Reizung der weissen Rückenmarksstränge keine Muskelbewegungen auftreten, so würden wir dieses Resultat darauf schieben, dass die graue Substanz ebenso unfähig ist, auf eine zugeleitete künstliche Erregung anzusprechen, als sie erfahrungsgemäss nicht im Stande ist, durch künstliche Nervenreize erregt zu werden.

Wenn die Anämie des Rückenmarkes eine so rasche Vernichtung der Sensibilität und Motilität herbeiführt, so würden wir

---

Da es sich bei der „Unempfindlichkeit des Rückenmarkes" um Thatsachen handelt, von deren Richtigkeit man sich leicht überzeugen kann, so ist es mir nicht recht klar geworden, auf welche Gründe gestützt Luchsinger „den Glauben an die Unempfindlichkeit des Rückenmarkes gegen die verschiedensten Reize eines der wunderbarsten Dogmen der Nervenphysiologie" nennt. (Pflüger's Archiv, Bd. XIV, p. 384.)

diese Wirkung hauptsächlich gebunden erachten an die Existenz von grauer Substanz des Rückenmarkes, welche zwischen periphere Organe und weisse Rückenmarksbahnen eingeschaltet ist.

Beobachten wir aber andererseits, dass gewisse Nervenbahnen des Rückenmarks sowohl in Bezug auf ihre Ansprechbarkeit durch künstliche Nervenreize, als auch in ihrer grösseren Resistenz gegen die Anämie sich dem Verhalten peripherer Nervenstämme nähern, so liegt es nahe, anzunehmen, dass die genannten Faserzüge des Rückenmarks entweder gar nicht, oder doch in wesentlich verschiedener Weise mit der grauen Rückenmarkssubstanz in Beziehung treten.

Mit Hilfe dieses, allerdings nur mit Reserve auszusprechenden Satzes, glauben wir eine befriedigende Erklärung für einige Erscheinungen aufstellen zu können, die in der jüngsten Zeit Gegenstand einer Controverse gewesen sind. In Bezug auf die Bedeutung des Rückenmarkes für die Hervorbringung von Gefässverengerung auf dem Wege des Reflexes wird von einigen Autoren behauptet, dass nach Eliminirung des cerebralen vasoconstrictorischen Centrums noch Blutdruckerhöhung durch Reizung sensibler Nerven hervorgerufen werden könne; in der IV. Abhdlg. dieser Studien habe ich nur von negativen Resultaten nach dieser Richtung hin zu berichten gehabt. [1]

Kabierske hat bei einem Dritttheil seiner Versuchsthiere keine positiven Ergebnisse erzielt; die in den übrigen Versuchen erhaltenen Blutdrucksteigerungen sind so geringfügig, dass der quantitative Unterschied in den vasoconstrictorischen Leistungen des Gehirns und Rückenmarkes schon hinreichend erscheint, um nach dieser Richtung hin zwischen beiden Centralorganen eine bemerkenswerthe Verschiedenheit zu statuiren.

Ich kann mich mit der Auffassung Heidenhain's, der im Rückenmarke nur ganz circumscripte Reflexe auf vasoconstrictorische Gefässnervenbahnen zu Stande kommen lässt, nur vollständig einverstanden erklären, um so mehr, als ich in meiner

---

[1] Vergl. die neueste Arbeit über diesen Gegenstand, in der auch die einschlägigen Angaben in der Literatur angeführt sind, von Heidenhain Versuche über spinale Gefässreflexe, angestellt von E. Kabierske. Pflüger's Archiv, Bd. XIV, p. 518.

IV. Abhdlg. bereits versucht habe, die Bedeutung des Rückenmarkes für die Gefässinnervation in ähnlicher Weise aufzufassen.

Nichts erscheint aber vom Standpunkte der oben entwickelten Ansicht von der Disposition der für den Blutdruck wichtigsten vasoconstrictorischen Nervenbahnen innerhalb des Rückenmarkes erklärlicher, als der Umstand, dass auf dem Wege des Reflexes irgendwie erhebliche Steigerungen des arteriellen Blutdruckes nicht zu erzielen sind. Wenn, wie wir angenommen haben, die Hauptbahnen für die vasoconstrictorischen Innervationen während ihres Verlaufes durch das Rückenmark nicht mit grauer Substanz in Beziehung treten, wie sollten sie dort auf reflectorischem Wege erregt werden können, da ja zum Zustandekommen einer Reflexerscheinung die Intervention grauer Substanz als unbedingt nothwendig erachtet wird?

Die von Kabierske verzeichneten positiven Erfolge bezüglich des Auftretens einer reflectorischen Blutdrucksteigerung müssten dahin erklärt werden, dass ausser den hauptsächlich für den Blutdruck in Betracht kommenden vasoconstrictorischen Nervenbahnen (beim Kaninchen die Splanchnicusbahnen) im Rückenmarke noch andere ihrer Masse nach allerdings ziemlich zurücktretende sich vorfinden, die ebenso verlaufen, wie die Nerven für die quergestreiften Muskeln und die Haut. Demgemäss werden dieselben durch Portionen von grauer Substanz hindurchgehen und also auch auf reflectorischem Wege angesprochen werden können; wegen der Beschränktheit des Gefässbezirkes aber wird die hiedurch hervorgerufene Blutdrucksteigerung nur eine geringfügige sein können.

Wir müssen endlich noch zwei Einwände hinwegzuräumen suchen, die man gegen den an die Spitze der vorhergehenden Erörterungen gestellten Satz erheben könnte, dass durch die Anämie des Rückenmarkes die vasoconstrictorischen Nervenbahnen in ihrer Unversehrtheit noch erhalten bleiben zu einer Zeit, in welcher die Sensibilität und Motilität abwärts vor der Compressionsstelle bereits vollständig vernichtet sind.

1. Die Unversehrtheit der vasoconstrictorischen Leitungsbahnen innerhalb des Rückenmarkes haben wir daraus erschlossen, dass nach der Lösung einer hohen Aortencompression von 5—7 Minuten Dauer und darüber der arterielle Blutdruck hoch bleibt

und nicht auf den encephalo-paralytischen Stand heruntersinkt. Nun könnte man einwerfen, dass hiebei gleichwohl die vasoconstrictorischen Leitungsbahnen zwischen Hirn und Gefässmuskulatur innerhalb des Rückenmarkes gelähmt seien, dass aber die Wirkung dieser Lähmung durch die anämische Reizung der vasoconstrictorischen Rückenmarkscentren compensirt wird.

Wenn wir auch absehen von der sehr unwahrscheinlichen Annahme, dass die Rückenmarkssubstanz in derselben Weise wie die Hirnsubstanz durch die Anämie erregt werden kann, so sprechen doch die Beobachtungen über den zeitlichen Ablauf der Erscheinungen durchaus gegen einen solchen Erklärungsversuch. Bei der Anstellung des Stenson'schen Versuches bemerkt man, dass, wenn die Compression 5—10 Minuten angedauert hat, gut mehrere Minuten vergehen, bis sich wieder die ersten Spuren von Motilität zeigen; andererseits lehren die Beobachtungen über den Ablauf der Erscheinungen der anämischen Hirnreizung, dass dieselben, nach Wiederfreigeben der verschlossenen Gefässröhren, sehr rasch verschwinden.

Wäre in dem uns beschäftigenden Falle eine anämische Lähmung und eine anämische Reizung zu gleicher Zeit vorhanden, dann müsste, nach dem soeben Angeführten über den zeitlichen Ablauf dieser Erscheinungen, die Reizung bald abklingen, die Lähmung aber würde in dem etwas verspäteten Auftreten des encephalo-paralytischen Blutdruckes sich kund geben. Dies ist aber thatsächlich nicht der Fall.

2. In Folge der hohen Aortencompression wird nicht allein das Rückenmark blutleer, sondern es werden auch sämmtliche übrigen abwärts von der Compressionsstelle gelegenen Organe von der Anämie betroffen. Man könnte einwerfen, dass die muskulösen Wandungen der nicht mehr normal von Blut durchströmten Blutgefässe den Mangel der normalen Ernährung mit einer ausgiebigen Contraction beantworten. Hiedurch könnte ebenfalls die Existenz einer Lähmung der vasoconstrictorischen Rückenmarksbahnen verdeckt werden.

Dieser Einwand erledigt sich durch das Resultat der Versuche, in denen die tiefe Aortencompression vorgenommen wird. Durch letztere Manipulation wird die Anämie derjenigen Rückenmarksabschnitte, in denen die vasoconstrictorischen Bahnen ihrer

Hauptmasse nach verlaufen, vermieden. Nach der Lösung der Compression müsste dann die locale vasoconstrictorische Wirkung der Anämie sich dadurch geltend machen, dass das Blut beim Wiedereinströmen eine sehr verengte Strombahn vorfände; als Folge hievon sollte der Blutdruck bedeutend höher bleiben als vor der Compression, respective nur sehr langsam von dem während derselben innegehabten hohen Stande absinken. Da dies thatsächlich nicht der Fall ist, so ist dem besprochenen Einwande kein Gewicht beizulegen.

Ich will endlich an dieser Stelle noch einen Versuch beschreiben, welcher in sehr eindringlicher Weise die Thatsache illustriren soll, dass die Bahnen für die Muskel- und Hautnerven einerseits, und diejenigen für die vasoconstrictorischen Innervationen (der Eingeweide) andererseits innerhalb des Rückenmarkes sich in wesentlich verschiedener Weise gegen die Anämie verhalten. Der zu beschreibende Versuch hat den oben angeführten gegenüber den Vorzug grösserer Anschaulichkeit. Denn in letzteren an curarisirten Thieren angestellten Experimenten fehlt uns jegliche Controle über den Zustand der Apparate der Sensibilität und Motilität, wenngleich wir dieselben, gestützt auf zahlreiche eigene Versuche und die anderer Forscher vollständig sicher beurtheilen konnten.

In nachfolgendem Versuche sind wir in Stand gesetzt, uns an ein und demselben Thiere von der Thatsache zu überzeugen, dass die Rückenmarksbahnen für die Innervation quergestreifter Muskeln durch Anämie bereits gelähmt sind zu einer Zeit, in welcher die durch das Rückenmark verlaufenden vasoconstrictorischen Nerven den Tonus der Gefässe noch zu unterhalten vermögen.

Bei einem Kaninchen wird die Aorta entweder jenseits der Art. subclavia sinistra oder zwischen Truncus anonymus und der genannten Arterie mit einer gut schliessenden Sperrpincette während sechs Minuten verschlossen. Nach dieser Zeit wird der Aortenverschluss gelöst und unmittelbar darauf werden Klemmen an die beiden Carotiden und die beiden A. a. subclaviae gelegt. Am Vorderthiere brechen Krämpfe aus, das Hinterthier, die Beine und die Bauchmuskeln bleiben absolut ruhig; das ohne die vorgängige Aortensperre eintretende Lungenödem bleibt vollständig aus.

Misst man nun sofort den Aortendruck durch ein in die vorher genügend hiezu vorbereitete Carotis sinistra eingesetztes Quecksilbermanometer, so findet man denselben sehr hoch. Während also die durch Hirnanämie gesetzte Erregung für quergestreifte Muskeln nicht mehr durch das Rückenmark fortgeleitet werden konnte, war die Leitung der Erregungen, die vom anämisch gemachten vasoconstrictorischen Hirncentrum ausgesendet wurden, nicht beeinträchtigt.

III.

Gibt man der hohen Aortencompression eine Dauer von 8—15 Minuten, so treten nach der Lösung derselben Erscheinungen auf, die wesentlich von denen nach Compressionen von kürzerer Dauer verschieden sind.

1. Nach Lösung des hohen Aortenverschlusses sinkt der Blutdruck auf den encephalo-paralytischen Stand.

2. Auf diesem verharrt er aber nur 10—20 Secunden, um sich dann allmälig zu erheben, so dass er nach etwa 1—1½ Minuten so hoch steht, wie vor, oder sogar annähernd so hoch, wie während der Compression. Von dieser Höhe beginnt er dann sofort wieder zum encephalo-paralytischen Stande abzusinken, und zwar geschieht das Abfallen gewöhnlich in etwas kürzerer Zeit als das Ansteigen. Über die quantitativen und zeitlichen Verhältnisse bei dieser Erscheinung gibt nachfolgende Tabelle nähere Ausweise.

Nummer der Versuche	Blutdruck während der Compression der Aorta Mm. Hg.	Blutdruck nach Lösung der Aorten-compression	Blutdruck steigt sodann auf Mm. Hg.	Innerhalb eines Zeitraums von		Bemerkungen.
				Min.	Sec.	
1	130	26	84	1	44	hohe Compression,
2	172	42	86	1	14	tiefe „
3	140	30	54	1	24	hohe „
4	138	46	80	1		„ „
5	170	64	146		52	„ „
6	170	60	160		44	tiefe „
7	150	38	116	1	36	hohe Compression, beide *Nervi splanchnici* vorher durchgeschnitten;
8	154	40	142	2	18	hohe Compression,
9	128	40	94	1	10	„ „
10	130	50	104		40	„ „

3. Der jetzt wieder erreichte encephalo-paralytische Blutdruck hält nun mehrere Minuten an. Alsdann beginnt neuerdings ein Wiederansteigen des Blutdruckes, welches sich in sehr wesentlicher Weise von dem sub 2 geschilderten in folgenden Punkten unterscheidet:

a) Das Ansteigen des Blutdruckes vom encephalo-paralytischen Stande aus, das sehr bald nach der Lösung der Compression stattfindet,[1] erfolgt geradlinig und ist in 1—1½ Minuten vollendet. Das zweite Ansteigen erfolgt periodisch; es können 10 und mehr Minuten vergehen, bis der Anfangsdruck wieder erreicht ist; ein höherer, als der Anfangsdruck, wird nicht erreicht.

b) Der durch das „erste" Ansteigen des Blutdruckes erreichte hohe Stand ist von ganz flüchtiger Dauer; das im „zweiten" Ansteigen langsam entstandene Hinausgehen über den encephalo-paralytischen Stand des Druckes ist ein andauerndes.

Unterziehen wir nun zunächst das Auftreten des encephalo-paralytischen Blutdruckes nach Lösung einer hohen Aortencompression von mittlerer Dauer einer eingehenderen Betrachtung.

1. Der encephalo-paralytische Blutdruck ist nicht bedingt durch eine während des veränderten Blutstromes durch das Gehirn hervorgerufene vorübergehende Lähmung dieses Centralorganes. Hiegegen sprechen erstlich Beobachtungen an nicht curarisirten Thieren, die bei hohen Compressionen der Aorta von der angeführten Dauer kein Aufhören der Atheminnervationen aufzeigen. Sodann erweisen auch weitere Prüfungen der Erregbarkeit des Hirnes durch Dyspnoe, dass das Hemmungscentrum für das Herz nach wie vor seine Erregbarkeit bewahrt hat.

2. Der encephalo-paralytische Druck ist nicht bedingt durch die voraufgegangene Anämie der grossen Unterleibsorgane, der Haut, Muskeln u. s. w. Ebensowenig darf die Anämie der *Nervi splanchnici* für das Auftreten des niedrigen Blutdruckes verantwortlich gemacht werden. Alle diese Erklärungsversuche scheitern

[1] Der Kürze wegen wollen wir in den nachfolgenden Erörterungen dieses Ansteigen als „erstes", das erst nach Ablauf desselben und nach dem Bestehen eines encephalo-paralytischen Druckes in der Dauer mehrerer Minuten auftretende als „zweites" Ansteigen des Blutdruckes bezeichnen.

an dem Umstande, dass nach tiefer Compression der Aorta von mittlerer Dauer der encephalo-paralytische Druck nicht zum Vorschein kommt.

3. Der encephalo-paralytische Druck hängt ab von der durch die Anämie des Brustrückenmarkes hervorgerufenen Lähmung der in diesem Theile des Rückenmarkes verlaufenden vasoconstrictorischen Nervenbahnen. Die Stützen für diese Ansicht liegen in den folgenden Thatsachen und Erwägungen.

Erstlich zeigt der tiefe Druck in dem vorliegenden Falle ganz die Charaktere, wie der Druck nach functioneller Ausschaltung des Gehirns oder nach Durchschneidung des Halsrückenmarkes. Insbesondere lässt sich auch hier zeigen, dass der Druck durch neuerdings vorgenommene Compression der Aorta wieder mächtig in die Höhe getrieben werden kann.

Sodann zeigt sich, dass durch eine eingeleitete Dyspnoe ein Ansteigen des Blutdruckes nicht hervorgerufen werden kann, während doch das Gehirn seine normale Erregbarkeit nachweislich nicht eingebüsst hat. Da ausserdem, wie wir gesehen haben, die Anämie der abwärts von der Compression gelegenen Theile weder eine Lähmung der vasoconstrictorischen Nerven, noch der Arterienmuskulatur in der angegebenen Zeit hervorzurufen vermögen, so kann die Lähmung nur im Rückenmarke ihren Sitz haben.

Da der eben angeführte Versuch, in dem Dyspnoe bei erhaltener Erregbarkeit des Gehirns und des peripheren Apparates, einen hinreichenden Aufschluss gab, so habe ich darauf verzichtet, die Erregbarkeit der vasoconstrictorischen Fasern des Rückenmarkes durch die Reizung mit Inductionsströmen zu prüfen. Ein negatives Resultat, d. h. ein solches, in dem der Verlust der Erregbarkeit zum Vorschein gekommen wäre, hätte immer noch den Einwand zugelassen, dass zur Vernichtung der Leistungsfähigkeit andere Umstände mitgewirkt haben. Andererseits hätte ein positives Resultat, d. h. der Nachweis einer der Reizung folgenden Blutdruckerhöhung keinen stringenten Beweis geliefert gegen die Behauptung, dass der encephalo-paralytische Druck, den wir beobachtet haben, einer Lähmung der weissen Rückenmarksleitungsbahnen seinen Ursprung verdankt. Denn es ist sehr leicht denkbar, dass ein irritables Gebilde auf die Erregung durch starke künstliche Reize noch reagirt, während die Erregbarkeit,

respective Durchgängigkeit für die natürlichen Reize bereits vollständig erloschen ist.

Mit der Behauptung einer durch Anämie hervorgerufenen Lähmung weisser Rückenmarkssubstanz setzen wir uns in Widerspruch mit einer Angabe von Vulpian,[1] auf welche auch neuerdings ein Schüler des genannten Forschers, Couty[2] wieder zurückgekommen ist. Vulpian behauptet, dass die Anämie des Rückenmarkes die Kräfte der grauen Substanz sehr rasch vernichte, während die weissen Stränge trotz der Anämie ihre Erregbarkeit sehr lange, etwa so lange, wie die peripherischen Nerven (3/4 Stunden) zu erhalten vermögen.

Vulpian stützt seine Behauptung auf den nachfolgenden Versuch, den er nur ein einziges Mal angestellt hat. Bei einem Hunde wurde der unterste Theil des Rückenmarkes dadurch anämisch gemacht, dass eine Aufschwemmung von Semen lycopodii in Wasser gegen das Herz zu in die Arteria cruralis injicirt wurde. Es erfolgte sofort Lähmung der hinteren Extremitäten, die mit Recht auf eine Vernichtung der Functionen der grauen Rückenmarkssubstanz geschoben wird. Nach Verlauf von 3/4 Stunden wurde das Lendenmark blossgelegt und die Hinterstränge elektrisch und mechanisch durch eine dicke Nadel gereizt. Es erfolgten lebhafte Schmerzreactionen; auf diesen Erfolg basirt Vulpian seine Behauptung über das identische Verhalten von peripherischen Nerven und weisser Rückenmarkssubstanz gegen Anämie.

Zunächst erscheint es kühn, aus dem Resultat eines einzigen, zudem mit technischen Schwierigkeiten verknüpften Versuches einen so tief eingreifenden Schluss zu ziehen, was auch Vulpian eingesehen hat. Ebenso wenig ist es Vulpian entgangen, dass die Reizversuche mit elektrischen Strömen den berechtigten Vorwurf der Mitreizung anderer nervöser Theile aufkommen lassen,

---

[1] Gazette hebdomadaire de médecine et de chirurgie, 1861, p. 365. Sur la durée de la persistance des propriétés des muscles, des nerfs et de la moelle épinière après l'interruption du cours du sang dans ces organes.

[2] Archives de physiologie normale et pathologique, 2. Série, tome III, 1876, p. 665. Étude relative à l'influence de l'encéphale sur les muscles de la vie organique, et spécialement sur les organes cardio-vasculaires.

wesswegen er zur mechanischen Reizmethode griff. Sodann aber muss noch ein wesentlicher Einwand gegen Vulpian's Versuch gemacht werden. Wenn, wie es in letzterem der Fall war, die Anämie des Rückenmarkes durch Embolirung der Arterien mit Lycopodiumsporen hervorgerufen wurde, so konnte über die Ausdehnung des anämisch gewordenen Bezirkes nur eine genaue Untersuchung Aufschluss geben. Ob die einfache Beobachtung der Unterschiede in der Färbung des Rückenmarkes bei der unvermeidlichen Überschwemmung mit Blut hier hinlänglichen Aufschluss geben konnte, erscheint sehr zweifelhaft; nur die mikroskopische Controle des betreffenden Rückenmarksabschnittes hätte die genaue Abgrenzung des embolirten Rückenmarksbezirkes vornehmen können. Da nun aber von einem Versuche über die Ausdehnung der durch Embolie gesetzten Rückenmarksanämie einen Aufschluss zu erhalten, in der Vulpian'schen Arbeit gar nicht die Rede ist, so muss es überhaupt ganz dahin gestellt bleiben, ob Vulpian seine Reizversuche an einem blutleeren oder blutversorgten Rückenmarkstheile angestellt hat.

Oben habe ich den Satz ausgesprochen, dass die weisse Rückenmarkssubstanz sich in ihrem Verhalten dem der peripheren Nerven nähere. Aus den vorstehenden Erörterungen wird sich aber ergeben, dass ich den Standpunkt Vulpian's durchaus nicht theile, der zwischen peripheren Nerven und weissen Rückenmarkssträngen keinen Unterschied, wenigstens was ihr Verhalten gegen Anämie betrifft, gelten lässt. Meiner Meinung nach steht die weisse Rückenmarkssubstanz in dieser Hinsicht zwischen grauer Substanz und peripheren Nerven, insoferne sie der Anämie viel später unterliegt als erstere, aber andererseits doch wieder viel früher als letztere. Nach den Angaben von Schiffer und Vulpian (l. c.) dauert es wohl $^3/_4$—1 Stunde, bis die Anämie in den peripheren Nerven zu einer Lähmung führt.

Nachdem wir so für das Zustandekommen des encephaloparalytischen Druckes eine zureichende Erklärung glauben aufgestellt zu haben, sollten wir dazu übergehen, diejenige Erscheinung näher ins Auge zu fassen, die wir oben bei der Schilderung der Folgen einer hohen Compression von mittlerer Dauer als „erstes“ Ansteigen des Blutdruckes bezeichnet haben. Wir halten es aber aus Gründen, die erst später vollständig klar

werden können, für zweckmässig, bei dieser Erörterung die zeitliche Aufeinanderfolge der Erscheinungen ausser Acht zu lassen und zunächst das früher als „zweites" Ansteigen beschriebene Phänomen in Betracht zu ziehen.

Wenn der Blutdruck, nach Ablauf der durch das „erste" Ansteigen bedingten Welle, mehrere Minuten (selten länger als 5 Minuten) auf dem encephalo-paralytischen Stande verblieben und dann wieder anzusteigen beginnt, dann ist dieses „zweite Ansteigen" der Ausdruck der unter dem Einfluss des wieder hergestellten Blutstromes sich jetzt ausbildenden Erholung des Rückenmarkes; die zeitweilig unterdrückte Leitungsfähigkeit desselben kehrt nach und nach zurück.

Dass die Erholung des Rückenmarkes nur ganz allmälig und nicht mit einem Schlage vor sich geht, kann nicht Wunder nehmen, wenn man sieht, dass auch beim Gehirn und wohl auch bei den peripherischen Nerven die Folgen der Anämie sich nur langsam ausgleichen.

Wenn der Blutdruck erst einmal begonnen wieder ins Ansteigen zu gerathen, dann ergibt das Aussetzen der künstlichen Respiration auch wieder eine dyspnoische Drucksteigerung. Das Auftreten derselben ist ein weiteres Zeugniss dafür, dass die Leitungsbahn zwischen Hirn und peripherem Apparat wieder zu functioniren beginnt.

In ganz ausgezeichneter Weise habe ich im Verlaufe der Erholung des Rückenmarkes von den Folgen der Anämie das Auftreten rhythmischer Schwankungen des Blutdruckes beobachtet. Dieselbe Erscheinung, die ich bereits bei der Schilderung der Erholung des Gehirns von den Nachwirkungen einer längere Zeit andauernden Blutleere hervorgehoben habe, kehrt auch hier wieder. Es ergibt sich aus diesen Beobachtungen, dass der peripherische Gefässapparat ganz besondere Neigung zeigt, die Rhythmicität in seiner Thätigkeit hervortreten zu lassen, wenn er vorher längere Zeit seine Functionen vollständig eingestellt hatte. Ob diese zeitweilige Unthätigkeit in einer vorübergehenden Einstellung der Leistungen des innervirenden Centralorganes oder in einer temporären Unterbrechung der Leitungsbahnen im Rückenmarke begründet ist, scheint hiefür nicht weiter in Betracht zu kommen.

Nunmehr wollen wir dazu übergehen, diejenige Erscheinung am Blutdrucke näher zu erörtern, die nach Lösung einer hohen Aortencompression von mittlerer Dauer auftritt und die wir oben der Kürze des Ausdruckes wegen als „erstes" Ansteigen des encephalo-paralytischen Blutdruckes bezeichnet haben. Diejenigen Momente, welche das „erste" von dem „zweiten" Ansteigen unterscheiden, sind bereits oben erwähnt worden. Hier werden wir es wesentlich mit der Erklärung dieses Phänomens zu thun haben.

Es kann kein Zweifel darüber aufkommen, dass hier dieselbe Erscheinung vorliegt, die Knoll bei Kaninchen, Asp[1] und Couty (l. c.) bei Hunden bereits gesehen und beschrieben haben.

Knoll verschloss die Bauchaorta nach Durchschneidung der Halsnerven und des Halsmarkes. Nachdem er die Veränderung des Blutdruckes während der Aortencompression geschildert, sagt er (l. c., p. 15 des Separatabdruckes, Anmerkung): „Eine eigenthümliche und bei undurchschnittenem Rückenmarke nie zur Beobachtung gekommene Erscheinung nach Lüftung der Aorta, war eine auf das primäre Absinken des Blutdruckes folgende secundäre Steigerung desselben, weit über die ursprüngliche Höhe hinaus. Einige Male stieg dabei die Blutdruckcurve bis zu einer der Höhe während des Aortenverschlusses nahe kommenden Höhe an, um kurz darauf ebenso allmälig wieder zu dem ursprünglichen Niveau abzusinken."

In den Versuchen von Asp wurde bei unversehrtem Hirn und Rückenmark die *Aorta thoracica* nach Durchschneidung der *Nervi vagi* am Halse comprimirt. Asp sagt (l. c., p. 148, Anmerkung): „Sobald nach längerem Verschluss (wie lange der Verschluss gedauert, geht aus den Angaben des Verfassers in keiner Weise hervor) das Lumen der Aorta wieder geöffnet wird, sinkt der Druck plötzlich herab und geht merklich unter den Stand herunter, den er vor der Aortenschliessung eingenommen; allmälig erhebt er sich dann wieder auf seine Normalhöhe und überschreitet diese auch öfter nicht unbedeutend".

---

[1] Beobachtungen über Gefässnerven in Arbeiten aus der physiologischen Anstalt zu Leipzig, mitgetheilt durch C. Ludwig; II. Jahrg., 1867.

Der genannte Autor begnügt sich mit der Registrirung der Thatsache und geht auf dieselbe, als dem eigentlichen Zwecke seiner Untersuchung fern liegend, nicht weiter ein.[1]

Comprimirte Couty die Aorta im Niveau des Truncus coeliacus bei curarisirten Hunden, deren Gehirn durch Embolirung seiner Arterien functionsunfähig gemacht worden war, während eines Zeitraumes von 20—30 Secunden, so erhielt er, nach Lösung der Compression, ein Ansteigen des Blutdruckes, dessen Identität nach der Schilderung des Verfassers mit der uns hier beschäftigenden Erscheinung nicht zu verkennen ist.

Wenn wir von der Beobachtung von Asp, die der Kürze der Mittheilung wegen nicht weiter für die Aufklärung unseres Gegenstandes berücksichtigt werden kann, absehen, so ergibt sich zunächst, dass die Bedingungen, unter denen die Beobachtungen von Knoll, von Couty und mir angestellt wurden, in einem sehr wesentlichen Punkte übereinstimmen, und zwar darin, dass in den Fällen, in denen die fragliche Drucksteigerung auftrat, die normale Beeinflussung der Gefässmuskulatur von Seiten des vasoconstrictorischen Hirncentrums vorgängig aufgehoben worden war. In den Versuchen von Knoll war dieser Zweck durch Durchschneidung der Halsnerven und des Halsrückenmarkes, in den Versuchen von Couty durch functionelle Ausschaltung des Gehirnes, in den meinigen durch temporäre Lähmung der Rückenmarksleitung für vasoconstrictorische Innervationen erreicht worden.

In einem zweiten Punkte aber besteht zwischen den Versuchsbedingungen von Knoll und Couty einerseits und von mir andererseits ein wesentlicher Unterschied.

Die genannten Autoren comprimirten die Aorta in der Bauchhöhle; durch diesen Eingriff wurden die abwärts von der Compressionsstelle gelegenen Organe, also auch der Lumbartheil des Rückenmarkes anämisch; in meinen Versuchen mit hoher Compression der Aorta gesellte sich aber zu der Blutleere der genannten Organe noch diejenige des Brusttheiles des Rückenmarkes hinzu.

[1] Diese Erscheinung erwähnt auch Luchsinger, dem die früheren Angaben über diesen Gegenstand entgangen zu sein scheinen. Pflüger's Archiv f. d. ges. Physiolog. Bd. XVI, p. 528, 1878.

Couty's Erklärung der Erscheinung geht dahin, dass durch die Aortencompression das Rückenmark einer anämischen Reizung verfalle und dass hiedurch das Ansteigen des Blutdruckes bedingt sei. Diesen Erklärungsversuch müssen wir aus folgenden Gründen als nicht stichhaltig zurückweisen.

1. Läge hier wirklich im Sinne Couty's eine anämische Reizung vasoconstrictorischer Nervencentren des Rückenmarkes vor, so dürfte der Druck nach Lösung der Compression nicht steil, sondern ganz allmälig abfallen; das wiedereinströmende Blut ergiesst sich ja dann in ein Strombett, aus dem es wegen der angenommenen Arteriencontraction nur mit grossen Widerständen abfliessen kann. Nun fällt aber thatsächlich der Druck sehr steil ab und fängt erst nach mehreren Secunden an, wieder in die Höhe zu gehen.

2. Die fragliche Drucksteigerung tritt in gleicher Weise auf bei hoher und tiefer Compression der Aorta. Da im Lendenmark vasomotorische Centralapparate nur in geringer Anzahl vorhanden sein dürften, die Bedeutung des Brustmarkes für die Gefässinnervation aber vielfach erhärtet ist, so sollte die Wirkung der hohen Compression bedeutend über diejenige der tiefen hinausgehen, was nachweislich nicht der Fall ist. Dieser Umstand spricht ebenso wie die Art und Weise des Druckabfalles und Wiederansteigens gegen eine durch Anämie bedingte vasoconstrictorische Reizung des Rückenmarkes.

3. Couty hat sich keinen Aufschluss darüber verschafft, wie es sich mit der erwähnten Steigerung verhält nach vorgängiger Durchschneidung der vom Rückenmarke ausgehenden Nerven, welche die Gefässmuskulatur der Organe abwärts von der Compression versorgen; den wesentlichen Beweis für die Richtigkeit seiner Ansicht ist er somit schuldig geblieben.

Ich habe mich durch Versuche an Kaninchen, in denen die beiden *Nervi splanchnici* in der Brusthöhle vorgängig durchschnitten worden, überzeugt, dass die fragliche Blutdrucksteigerung von der normalen Verbindung der genannten Nerven mit dem Rückenmarke unabhängig ist. Dass beim Kaninchen die Lösung der Compression der Bauchaorta die uns beschäftigende Blutdrucksteigerung unabhängig vom oberen Theile des Rückenmarkes und den *Nervis splanchnicis* hervorruft, geht übrigens schon

aus den Versuchen von Knoll hervor. Denn in diesen wird der Theil des Rückenmarkes, aus dem die Wurzeln der *Nervi splanchnici* hervorgehen, gar nicht von der Anämie mitbetroffen. Die Annahme aber, dass ausser der Splanchnicusbahn beim Kaninchen mit durchschnittenen Halsnerven noch andere für die Ringmuskulatur arterieller Blutgefässe bestimmte Nervenstämme vorhanden sind, die eine so starke Wirkung auf den Blutdruck äussern können, wie die hier vorliegende, wird durch keine bis jetzt bekannte Thatsache gestützt.

4. Die oben vorgebrachten Erwägungen über den muthmasslichen Verlauf der vasoconstrictorischen Nervenbahnen durch das Rückenmark hindurch machen es überhaupt sehr unwahrscheinlich, dass dieselben im Rückenmarke durch Reflex oder automatisch erregt werden können.

Von Erklärungsversuchen, die auf die Intervention des Rückenmarkes beim Zustandekommen der in Frage stehenden Blutdrucksteigerung recurriren, müssen wir also, so weit ich finde, absehen. Die Annahme, dass die peripherischen vasoconstrictorischen Nervenstämme beim Wiedereinströmen des Blutes gereizt werden, kann durch anderweitige ähnliche Erfahrungen nicht im Mindesten wahrscheinlich gemacht werden.

Die Ansicht, welche wir über die Entstehungsweise der nach Lösung einer Aortencompression auftretenden Blutdruckwelle jetzt vorbringen wollen, stützt sich wesentlich auf ähnliche Erfahrungen an der quergestreiften Muskulatur.

Von dieser habe ich kürzlich gezeigt,[1] dass sie in einen Zustand der Thätigkeit geräth, wenn der Einfluss ihrer Nerven aufgehoben ist und, nach voraufgegangener vollständig sistirter Blutzufuhr in der Dauer von gegen 10 Minuten, das Blut wieder einströmt. Da diese Bewegungen an der quergestreiften Muskulatur durch Curare aufgehoben werden, so nahm ich Anlass, dieselben als durch eine Reizung der intramuskulären Nervenenden bedingte anzusehen. In ähnlicher Weise dürften nun auch in Folge des aufgehobenen Nerveneinflusses und der hinzutretenden Anämie die Nervenenden der Arterienmuskulatur in einen Zustand derart erhöhter Erregbarkeit gebracht werden, dass das wieder in

[1] Centralblatt f. d. medicin. Wissensch. 1878, Nr. 32, 33.

sie einströmende Blut als Reiz auf dieselben wirkt, und eine vorübergehende Contraction der Muskelfasern anregt.

Bestreiten will ich jedoch nicht, ob nicht vielleicht auch eine mechanische Reizung der contractilen Gefässwandungen durch das wiedereinströmende Blut bei der Hervorbringung des genannten Phänomens mit im Spiele sein mag.

In dieser Beziehung hat auch Ostroumoff[1] darauf hingewiesen, dass Blutgefässe, deren Nerven vorher durchschnitten worden, sich unter dem Einflusse eines gesteigerten Blutdruckes nicht ausdehnen. Als Erklärung für diese Erscheinung nimmt er eine durch peripherische Nervenzellen in den Gefässwandungen vermittelte Reflexcontraction der Gefässmuskeln an.

Dass wir einem solchen Erklärungsversuch nicht beitreten können, brauche ich kaum besonders hervorzuheben, im Hinblicke auf die kritische Untersuchung der Lehre von den Functionen der peripherischen Nervenzelle, die ich an einem anderen Orte[2] geliefert habe. Hier will ich nur bemerken, dass die im vorliegenden Falle zur Beobachtung kommende Reaction am einfachsten aus der directen chemischen oder mechanischen Reizung der intramuskulären Nervenenden oder der Muskelsubstanz hergeleitet werden kann. Die Annahme einer Mitwirkung von peripherischen Nervenzellen ist sowohl thatsächlich unbegründet, als auch theoretisch überflüssig und unerweislich.

Ob bei der Erscheinung des „ersten" Ansteigens des Blutdruckes nach Lösung einer Aortencompression von mittlerer Dauer die Contraction von Arterien oder von Venen hauptsächlich betheiligt ist, habe ich nicht zu entscheiden versucht. Der Umstand, dass die Venenwandungen leichter dehnbar sind und der eigenthümliche Verlauf der Blutdruckwelle, welcher leicht mit einer langsam erfolgenden stärkeren Blutentleerung von Blut nach dem rechten Herzen zu in Einklang zu bringen ist, lässt die Mitbetheiligung der Venen sehr wahrscheinlich erscheinen.

---

[1] Versuche über die Hemmungsnerven der Hautgefässe in Pflüger's Archiv, Bd. XII, p. 219.

[2] Vergl. meine Abhandlung „die peripherische Nervenzelle und das sympathische Nervensystem" im Archiv für Psychiatrie und Nervenkrankheiten, Bd. VI, p. 353. Die Abhandlung ist auch als besondere Schrift erschienen: Berlin, 1876.

Schliesslich soll noch darauf hingewiesen werden, dass auf Gefässcontractionen, die dem oben erörterten Mechanismus ihre Entstehung verdanken, überall Rücksicht zu nehmen ist in Fällen, in denen nach Eliminirung des Einflusses der grossen nervösen Centren noch active Schwankungen im Lumen der Gefässröhren zu beobachten sind.

IV.

Löst man die Compression der Aorta nach einem Zeitraume von über 15 Minuten, so beobachtet man gewöhnlich Wirkungen, die von denen der Compressionen von kurzer und mittlerer Dauer wesentlich verschieden sind.

Unmittelbar nach Wiederfreigeben des Aortenstromes sinkt der Blutdruck auf einen sehr niedrigen Stand, der gewöhnlich noch tiefer ist als der encephalo-paralytische Druck; das Phänomen des „ersten" Ansteigens wird ganz gewöhnlich vollständig vermisst; wenn es überhaupt zu constatiren ist, dann sind es nur schwache Andeutungen, die mit der Erscheinung nach Compression von mittlerer Dauer kaum zu vergleichen sind.

An der Blutdruckcurve nach Lösung der Compression bemerkte man zuerst noch ganz deutlich jede einzelne Ventrikelsystole ausgeprägt; aber schon nach $^1/_4$—1 Minute zeigen sich unter weiterem Absinken des arteriellen Druckes, die den Herzcontractionen entsprechenden Zacken der Blutdruckcurve immer flacher und unbestimmter ausgedrückt. Innerhalb 1—3 Minuten sind dann die Herzelevationen vollständig geschwunden, der Blutdruck hat sich der Abscisse genähert; beim Anschneiden der als blasse collabirte Stränge erscheinenden Arterien fliesst kein Blut mehr. Es kann kein Zweifel darüber bestehen, dass die Blutcirculation in vollständigen Verfall gerathen ist. Die Lösung einer Aortencompression von über 15 Minuten Dauer ist also ein Eingriff in den Organismus des Kaninchens, der irreparabel erscheint und in kürzester Frist das Erlöschen des Lebens in seinem Gefolge hat.

Die an der Curve des niedrigen Blutdruckes in den Vordergrund tretende Erscheinung des sichtlichen Ermattens der Herzthätigkeit legt die Vermuthung nahe, dass während der Aortencompression und nach der Lösung derselben im Körper Ver-

änderungen gesetzt werden, die eine rasch erfolgende Vernichtung der normalen Herzcontractionen in ihrem Gefolge haben. In der Ansicht, dass die geschädigte Herzleistung in erster Linie für den beobachteten Verfall der Blutcirculation verantwortlich zu machen sei, könnte man noch durch die folgende Beobachtung bestärkt werden.

Wenn man, bei Existenz des encephalo-paralytischen Blutdruckes, die Aorta oder eine grosse Anzahl ihrer Äste verschliesst, so erzielt man hiedurch nach Ludwig's und Thiry's wichtigem Nachweise neuerdings einen hohen Blutdruck.

Dieser Erfolg gilt mit Recht als Beweis für die fortbestehende Arbeitsfähigkeit des Herzens; derselbe Versuch nun, angestellt unter den oben geschilderten Bedingungen, ergibt ein negatives Resultat, d. h. der sehr niedrige Druck nach langer Aortencompression kann durch neuerliche Gefässklemmung entweder gar nicht, oder doch nur in sehr geringfügiger Weise in die Höhe getrieben werden.

Als ich die während und nach einer Aortencompression von langer Dauer im Organismus gesetzten Veränderungen in nähere Erwägung zog in Rücksicht auf die Möglichkeit der Production von Stoffen, die deletär auf die Herzthätigkeit wirken, so erschien mir der nachfolgende Ideengang als durchaus annehmbar und der näheren Prüfung würdig.

Während der Aortencompression stagnirt Blut in allen abwärts von der geklemmten Arterie gelegenen Gefässbezirken. Nach den Erfahrungen von Cohnheim[1] ist nun aber anzunehmen, dass die Gefässwandungen, wenn sie längere Zeit nicht von Blut durchströmt werden, in der Weise verändert werden, dass ihre Durchgängigkeit für geformte und ungeformte Blutbestandtheile eine andere wird. Es ist kaum von der Hand zu weisen, dass auch die Wandungen der Röhrensysteme und die Gewebselemente der grossen Drüsen u. s. w. während der Anämie Veränderungen erleiden, durch die es ermöglicht werden kann, dass durch Diffusion Stoffe in die Lymph- und Blutwege hereingelangen, die, wenn sie bei wieder frei gegebenem Aortenstrome ins Herz gespült werden, auf dieses Organ lähmend einwirken.

---

[1] Untersuchungen über die embolischen Processe. Berlin 1872.

Die experimentelle Prüfung dieses Schlusses erwies denselben als nicht haltbar. Es stellte sich heraus, dass der Verfall der Circulation nicht aufgehalten wurde, wenn, vor Lösung einer langen Aortencompression, vorgängig die *Vena cava inferior* mit einer Sperrpincette comprimirt wurde. Durch letzteren Eingriff sollte der Abfluss der vermutheten „herzlähmenden Stoffe" nach dem Herzen zu verhindert werden und demgemäss auch der schädliche Einfluss auf die Blutcirculation wegfallen. Der Versuch lehrt also, dass die beobachtete Sistirung der Blutcirculation, die sich an eine Compression der Aorta von langer Dauer anschliesst, unabhängig ist von der Füllung des Herzens mit solchem Blute, das längere Zeit in den Organen abwärts von der Compression stagnirte.

Dass das Herz überhaupt nicht primär an dem beobachteten Verfalle der Blutbewegung Schuld ist, beweisen auch noch nachfolgende Erfahrungen. Wir haben gesehen, dass, wenn einmal die Pulse an der Curve des Blutdruckes sehr flach und der Druck sehr niedrig geworden, die neuerdings vorgenommene Compression der Aorta den Blutdruck so gut als gar nicht in die Höhe treiben kann; die Pulse treten dabei aber schon etwas besser hervor. Verbindet man aber mit der neuerdings vorgenommenen Klemmung der Aorta ein seitliches Zusammendrücken des Bauches, wodurch Blut in das rechte Herz vorgeschoben wird, so kann man nach und nach den Druck wieder auf einen sehr hohen Werth bringen und die Herzelevationen an der Curve wieder sehr deutlich hervortreten lassen.

Der Erfolg dieses Versuches steht dafür ein, dass die Erscheinungen eines vollständigen Verfalles der Blutcirculation, die wir nach der Lösung einer Aortencompression von langer Dauer beobachten, vorzugsweise bedingt sein müssen durch Umstände, welche den weiteren Zufluss von Blut ins rechte Herz unmöglich machen, so dass dem arbeitsfähigen und arbeitenden Herzen kein Inhalt zu Gebote steht. Diese Umstände aber können wohl nichts Anderes sein als eine höchst ausgiebige Lähmung der grossen Blutgefässbezirke abwärts von der Compression.

Wir müssen der Frage, ob an dem geschilderten Verfalle der Gesammtblutcirculation in Folge einer langen hohen Aorten-

verschliessung das Herz oder die Blutgefässe primär betheiligt sind, noch eine weitere Aufmerksamkeit zuwenden, zumal da mehrere oben bereits erwähnte Beobachtungen auf den ersten Blick einer anderen Entscheidung, als der von uns aufgestellten, den Vorzug einzuräumen scheinen.

Zunächst dürfte hier der geeignete Ort sein, um einen bisher, so weit ich finde, noch nicht hinlänglich erörterten Gegenstand, nämlich die Abhängigkeit der Herzleistungsfähigkeit vom Blutdrucke etwas näher in Betracht zu ziehen.

Ludwig und Thiry haben zuerst angegeben, dass es gelingt, bei bestehendem, durch Rückenmarksdurchschneidung hervorgerufenem paralytischem Blutdrucke, den letzteren durch Einschaltung von grossen Widerständen in den Blutstrom (Verschluss der Bauchaorta) alsbald wieder auf den Normalstand zu bringen. Aus dem Umstande, dass dieses Wiederansteigen des arteriellen Druckes durch Aortenverschluss schon nach wenigen Herzschlägen vollendet ist und dass nach Wegräumung des Hindernisses in der Aortenbahn der Druck ebenso rasch wieder absinkt, schliessen die genannten Autoren, dass der niedrige Blutdruck nach Rückenmarksdurchschneidung begründet sei in dem raschen Wiederabflusse des Blutes, das mit jedem Herzschlag in die Arterie geworfen wird, nicht aber bedingt sei durch die geringe in der Circulation begriffene Blutmenge und die Schwäche des Herzschlages.

Die angeführten, von Ludwig und Thiry mitgetheilten Thatsachen und die aus denselben abgeleiteten Schlüsse sind seither allgemein adoptirt worden.

In der That wird man gegen die vollständige Richtigkeit derselben keinen begründeten Einwand machen können, wenn man die einschlägigen Versuche so anstellt, dass man alsbald nach Herstellung des encephalo-paralytischen Blutdruckes (mag man den letzteren auf was immer für einem Wege hervorrufen) durch den Verschluss grosser arterieller Blutgefässe neue bedeutende Hindernisse in den arteriellen Strom einschaltet.

Ganz anders aber gestaltet sich die Sache, wenn man die Widerstände erst dann einführt, wenn der paralytische Blutdruck bereits einige Zeit (über 20 Minuten) angedauert hat.

Gestützt auf zahlreiche, gelegentlich gemachte Beobachtungen und eine Reihe ad hoc angestellter Experimente glaube ich folgende Sätze aussprechen zu dürfen: Wenn das Herz längere Zeit unter niedrigem (paralytischem) Drucke durchströmt wird, dann geräth es in einen Zustand, in dem es hart an der Schwelle des Todes steht. Diese wird auch sofort überschritten, sobald der Blutdruck noch weiter sinkt, oder das Blut in einen der Ernährung weniger günstigen Zustand geräth.

Ehe wir das Beweismaterial für die eben ausgesprochene Behauptung vorbringen, wollen wir nur noch darauf hinweisen, dass die Einwirkung des niedrigen (paralytischen) Druckes auf das Herz sich leicht der Beobachtung entziehen kann. Wenn, nach Herbeiführung des paralytischen Druckes, das Herz in verlangsamtem Rhythmus und regelmässig schlägt und in diesem Zustande sehr lange beobachtet werden kann, so würde man kaum geneigt sein, anzunehmen, dass das Herz bereits in seiner Leistungsfähigkeit bedeutend geschädigt und seine Resistenz gegen alle weitere seine Ernährung schwächende Eingriffe schon sehr vermindert ist.

Wir schreiten nun zur Vorführung derjenigen Beobachtungen und Versuche, welche zur Stütze der oben aufgestellten Sätze dienen sollen.

1. Comprimirt man, bei bereits längere Zeit bestehendem niedrigem Blutdrucke, die Aorta gleich nach dem Abgange der Art. subclavia sinistra, so bemerkt man, dass der in der Art. carotis sinistra gemessene arterielle Druck nur sehr wenig (15—20 Mm. Hg) ansteigt. Von einem durch wenig Herzschläge bewirkten Emporgehen zum Normaldruck, wie es Ludwig und Thiry beschrieben haben, ist unter diesen Bedingungen keine Rede. Das Verhalten des Druckes während des Aortenverschlusses kann nun ein verschiedenes sein. Entweder die durch Aortenklemmung bewirkte Drucksteigerung ist hinreichend, um die Herzleistungsfähigkeit sofort etwas zu steigern; in diesem Falle steigt der Druck im Anschlusse an die durch den Aortenverschluss bewirkte Druckerhöhung sofort weiter an, aber nur ganz allmälig, so dass erst nach Verlauf von Minuten ein der Norm sich annähernder Blutdruckstand erreicht wird,

oder die durch Aortenverschliessung bewirkte geringe Druckvermehrung bleibt einige Zeit unverändert bestehen, um dann erst in ein ganz allmälig sich ausbildendes weiteres Ansteigen des Druckes überzugehen. Die stetige Vermehrung des Druckes bei bestehender Aortenklemmung habe ich durch rhythmische Erhebungen in folgenden zwei Fällen verstärkt gesehen. Wenn erstlich der paralytische Blutdruck durch langdauernde Hirnarteriencompression bewirkt worden war, so können nach Lösung dieser Compression durch rhythmische Gefässinnervationen in Folge wieder beginnender Hirnthätigkeit wellenförmige Schwankungen hervorgerufen werden. Zweitens bemerkt man, wenn beim nicht curarisirten Thiere das durch Hirnarterienverschluss vorübergehend functionell ausgeschaltete Gehirn seine Functionen wieder aufzunehmen beginnt, an der durch Aortenklemmung langsam ins Ansteigen gebrachten Blutdruckcurve Wellen, die der combinirten Wirkung von rhythmischen Gefässinnervationen und der mechanischen Beeinflussung des Blutdruckes durch die Athembewegungen ihre Entstehung verdanken.

2. Drückt man, bei bestehendem paralytischem Drucke und vorgenommener Aortencompression, vom Bauche aus Blut in das rechte Herz, so vermag man hiedurch den Druck nicht in die Höhe zu treiben.

3. Wenn der Blutdruck in den sub 1 geschilderten Versuchen langsam aber stetig dem Normaldruck zustrebt, oder denselben sogar überschritten hat, so sinkt derselbe nach Lösung des Aortenverschlusses ganz steil wieder auf den paralytischen Stand herab, um nun auf demselben zu verharren. Legt man ganz kurze Zeit (einige Secunden) nach Wiedereröffnung der Aorta einen neuen Verschluss um letzteres Gefäss, so sieht man, ganz wie es Ludwig und Thiry beschrieben haben, ein sehr steiles Ansteigen des Druckes eintreten. Schreitet man aber zu der neuerlichen Compression der Aorta erst nach längerer Zeit (5—10 Minuten), so ist der Effect dieses Eingriffes der oben bereits geschilderte, d. h. sehr geringe Hebung des Druckes in Folge des Aortenverschlusses und erst allmäliges und langsames Ansteigen.

Diese Versuche demonstriren, so weit ich sehe, in sehr überzeugender und augenfälliger Weise die Abhängigkeit der

Leistung des Herzens von dem jeweiligen Zustande der Blutdurchströmung seiner Wandungen.

4. Unterbricht man, bei längere Zeit bestehendem paralytischem Blutdrucke, die künstliche Respiration, so geräth der Druck bereits im Verlaufe der ersten Minute unter Unregelmässigwerden und Verkleinerung des Herzschlages und ohne vorgängige dyspnoische Steigerung ins Absinken. Wird in diesem Stadium die künstliche Respiration wieder aufgenommen, so sieht man hievon ganz gewöhnlich keine günstige Wirkung mehr; der Kreislauf stockt vielmehr vollständig, das Leben des Thieres ist erloschen.[1]

Mit diesen Erfahrungen scheinen mir ihrem Wesen nach die Beobachtungen identisch zu sein, welche von Tappeiner[2] mitgetheilt worden sind. Tappeiner fand, dass Thiere, denen das Rückenmark am Halse durchschnitten worden war, auf selbst geringfügige Blutverluste hin, die vom gesunden Thiere fast ohne Einfluss auf die Gesammtcirculation ertragen werden, bald zu Grunde gehen.

Die eben mitgetheilten Erfahrungen rechtfertigen, wie mir scheint, den oben ausgesprochenen Satz, dass bei längere Zeit bestehendem paralytischem Blutdrucke das Herz eben gerade noch seine Schlagfähigkeit bewahrt, dass aber seine Leistungsfähigkeit nach und nach bedeutend sinkt und dass es auf jede weitere Schädigung seiner Ernährung mit der totalen Einstellung seiner für den Blutstrom nutzbaren Thätigkeit antwortet.

---

[1] Über gleiche Resultate habe ich bereits berichtet in der gemeinschaftlich mit Dr. J. J. Friedrich ausgeführten Untersuchung über die physiologischen Wirkungen des Amylnitrit im Archiv für experimentelle Pathologie und Pharmakologie, V. Bd., p. 65. Nur war in jenen Versuchen die schädigende Wirkung des längere Zeit herrschenden niedrigen Blutdruckes von der directen Wirkung des einverleibten Amylnitrit nicht scharf zu sondern.

Einmal habe ich die Beobachtung gemacht, dass ein durch Vagusreizung erzielter 8—10″ dauernder Herzstillstand hinreichte, um die durch länger dauernden paralytischen Blutdruck eingreifend geschwächte Herzthätigkeit dauernd zu vernichten.

[2] Über den Zustand des Blutstromes nach Unterbindung der Pfortader in Berichte der kön. sächs. Gesellschaft der Wissenschaften. 1872, p. 225 und 233.

Nach dieser Abschweifung nehmen wir nochmals die Frage auf, inwieweit an dem Verfalle der Blutcirculation in Folge langer Aortenklemmung das Herz oder die Blutgefässe primär betheiligt sind.

Wir haben gesehen, dass nach Lösung einer Aortencompression von langer Dauer der Druck sofort auf den paralytischen Stand, ja alsbald unter denselben sinkt, und dass die Herzschläge klein werden. Wollte man diese Erscheinungen so auffassen, dass man die Herzschwäche als eine Folge des niedrigen Druckes ansähe, so müsste hierauf entgegnet werden, dass in so kurzer Zeit (1—2 Minuten), während welcher das Herz unter dem Einflusse des paralytischen Blutdruckes steht, das Herz seine Leistungsfähigkeit nicht einbüsst, zumal da die vorhergegangene lange Durchströmung des Herzens unter hohem Drucke die Ernährung desselben gewiss nicht geschädigt hat. Zudem haben wir durch die bereits erwähnten Versuche direct gezeigt, dass das Herz leistungsfähig ist und dass es wirklich Arbeit leistet, die sich in einem hohen Blutdrucke kund gibt, dafern man nur Blut in das Herz hereinbefördert und den Wiederabfluss in ein enorm erweitertes Reservoir verhütet. (Versuch mit Druck auf den Bauch und gleichzeitiger neuer Verschliessung der Aorta.)

Wir wollen endlich noch einen Versuch erwähnen, welcher, wie mir scheint, sowohl für die erhaltene Leistungsfähigkeit des Herzens, als auch für die oben behauptete bedeutende Erweiterung des Blutgefässsystemes nach langer Compression der Aorta beweisend ist.

Nachdem nach Lösung eines Aortenverschlusses von langer Dauer der Druck sehr niedrig und die Herzschläge schon sehr klein geworden waren, injicirte ich durch die Vena jugularis langsam eine bedeutende Quantität defibrinirten Blutes, welches ich vorher zwei anderen Kaninchen entzogen hatte. Jede Injection hob den Druck in der Aorta immer nur ganz vorübergehend um einen ganz geringen Werth. Dahingegen zeigte sich nach Eröffnung der Bauchhöhle das Blutgefässsystem des Darmes und seiner drüsigen Adnexa, ebenso die Organe des Urogenitalapparates in einer Weise injicirt, wie es kolossaler nicht gedacht werden kann.

Wir glauben somit erhärtet zu haben, dass der Verfall der Blutcirculation nach langem hohem Verschlusse der Aorta dadurch

bedingt ist, dass alles verfügbare Blut in die kolossal erweiterten Gefässbezirke abwärts von der Compression abfliesst, sich dort fängt und nicht wieder zum Herzen zurückkehrt, also für die allgemeine Blutcirculation als verloren betrachtet werden kann. Dass das Herz schliesslich secundär in Folge der Blutleere seiner Wandungen gleichfalls in den allgemeinen Ruin hineingezogen werden muss, erscheint selbstverständlich.

Aus dem erörterten Verfalle der Blutcirculation nach langer Compression der Aorta ergibt sich eine neue und interessante Bestätigung der besonders durch Ludwig und Goltz begründeten Lehre, dass für die Aufrechterhaltung der normalen Blutcirculation ein normaler Zustand des Gefässsystemes ebenso bedeutungsvoll ist, als die ungebrochene Kraft des Herzens.

Es liegt uns nun die Aufgabe ob, den Mechanismus aufzudecken, durch den die lange hohe Verschliessung der Aorta eine so hochgradige Erweiterung des Stromgebietes abwärts von der Compression herbeiführt.

Zunächst ist klar, dass hier eine Veränderung im Blutgefässsysteme vorliegt, die wesentlich über diejenige hinausgeht, die man durch Ausschaltung der Hirnfunctionen, durch Durchschneidung des Rückenmarkes am Halse oder durch Durchtrennung der *Nervi splanchnici* hervorrufen kann. Die genannten Eingriffe setzen zwar bekanntlich den arteriellen Blutdruck in sehr beträchtlicher Weise herunter; eine vollständige Vernichtung des Blutumlaufes könnte aber erst nach Stunden zu gewärtigen sein, wenn nur nicht neue, die gesunkene Herzkraft vernichtende Momente hinzutreten, wie oben erörtert wurde.

Zunächst muss nun die Vermuthung auftauchen, dass die geschilderte Vernichtung des Blutkreislaufes nach Lösung einer Aortencompression nichts Anderes darstellt, als eine andere Form der alten berühmten Versuche von Legallois, die in der neueren Zeit so vielfache Beleuchtung erfahren haben.

Man könnte folgende Überlegung anstellen: Durch lang dauernde hohe Aortencompression wird zunächst die Wirkung des cerebralen vasoconstrictorischen Centrums dadurch ausgeschaltet, dass die spinalen Leitungsbahnen zwischen Hirn und Gefässmuskulatur gelähmt werden (vergl. den III. Abschnitt dieser Abhandl.). Weiterhin lähmt aber auch die lang dauernde Anämie

des Rückenmarkes die in letzteren gelegenen vasoconstrictorischen Centren. Der Effect wird also kein anderer sein, als der in den Legallois'schen Versuchen beschriebene, — Verfall der Blutcirculation. [1]

Indem wir in die Discussion dieser Auffassung eintreten, werden wir vor eine Frage gestellt, welche in der jüngsten Zeit Gegenstand vielfacher Untersuchung war, — vor die Frage nach der Bedeutung des Rückenmarkes als Centralorgan für die Innervation der Blutgefässe.

Nach meinen Erfahrungen an Kaninchen muss ich an der Meinung festhalten, dass die wesentlichsten Centren für die Unterhaltung des Tonus der Blutgefässe im Gehirne gelegen sind. Keineswegs aber möchte ich bestreiten, dass auch im Rückenmarke secundäre Centren für Blutgefässe sich vorfinden, mit derselben Bedeutung wie diejenigen Centren, durch welche die Innervationsbahnen für die quergestreiften Muskeln hindurchtreten müssen. Beim Kaninchen ist der Tonus der Eingeweidegefässe weitaus der wichtigste Factor für die Unterhaltung eines hohen Blutdruckes, respective einer normalen Circulation. Hiermit ist aber immerhin wohl vereinbar, dass unter besonderen Umständen durch starke Reizung der im Rückenmark gelegenen Centren für Blutgefässe der Muskeln und der Haut der durch Ausschaltung der Hirnwirkung auf die Gefässe paralytisch gemachte Druck einigermassen in die Höhe getrieben werden kann. [2] (Versuche von Kabierske, Schlesinger, Luchsinger u. A.).

---

[1] Selbstverständlich stehen wir in der Deutung der Legallois'schen Versuche auf dem durch Ludwig und Goltz begründeten Standpunkte.

[2] Es erscheint mir nicht am Platze, hier eingehend die Frage nach der Innervation der Blutgefässe vom Rückenmarke aus zu ventiliren. Die neueren Versuche von Luchsinger (Pflüger's Archiv, Bd. 16), von Stricker (diese Berichte, Bd. 75) beziehen sich auf Hunde und Katzen, ebenso wie die älteren Versuche von Goltz (Pflüger's Archiv, Bd. 38). Es würde vollständig mit meiner oben ausgeführten Ansicht übereinstimmen, dass bei Hunden und Katzen die für Muskel- und Hautgefässe im Rückenmarke befindlichen Centren eine grössere Bedeutung gegenüber den im Hirn localisirten Centrum für die Eingeweidegefässe besitzen, als dies beim Kaninchen der Fall ist.

Bevor wir nun die oben berührte Möglichkeit, dass an dem Verfalle der Blutcirculation nach langem Aortenverschluss die functionelle Ausschaltung der Rückenmarkscentren betheiligt sei, in nähere Erwägung ziehen, wollen wir noch kurz darauf hinweisen, dass die nach dem Vorgange von Legallois angestellten Versuche rücksichtlich ihrer Deutung einer Revision bedürftig erscheinen. Diese Revision aber müsste vorgenommen werden mit Rücksicht erstlich auf die oben von mir erwähnten Thatsachen, die sich auf die Abhängigkeit der Herzleistung vom Blutdruck beziehen, und zweitens auf die Beobachtungen von Tappeiner über die schädlichen Folgen selbst geringfügiger Blutentziehungen bei bestehendem paralytischem Blutdrucke. Jeder Schnitt durch das Hals- oder Brustrückenmark muss zunächst die Wirkung der tonisirenden Hirncentren aufheben und einen paralytischen Blutdruck herbeiführen; weitere Exstirpationen am Rückenmark müssen unausbleiblich Blutverluste in ihrem Gefolge haben. Durch diese combinirte Wirkung der Gefässlähmung und des Blutverlustes könnte dann eine allmälig zum Erlöschen des Kreislaufes führende Herzschwäche hervorgerufen werden. In diesem Falle wäre also das Herz, und nicht das Gefässsystem primär an der Vernichtung der Blutcirculation betheiligt.

Goltz beschreibt einen Versuch, in welchem bei einem Hunde, der die Trennung des Brustmarkes vom Lendenmarke gut ertragen hatte, später das hintere Stück des Rückenmarkes ausgebohrt wurde; die Folge dieser unblutigen (?), schmerzlosen Operation war der nach dreissig Stunden erfolgte Tod des Versuchsthieres.

Goltz deutet diesen Versuch dahin, dass die Zerstörung des Rückenmarkes eine Vernichtung des Tonus der Gefässe (besonders der Venen) und consecutiv einen Verfall der Blutcirculation herbeigeführt habe; er behält sich übrigens die Sicherstellung dieser Auffassung des Vorganges durch genauere Beobachtungen des Blutdruckes und durch Transfusionsversuche vor.

Mit der Beibringung von Argumenten für die Bedeutung des Rückenmarkes als Innervationscentrum der Blutgefässe ist man übrigens in der letzten Zeit nicht mit der nöthigen Umsicht vorgegangen. Vergl. meine kritischen Bemerkungen über eine Abhandlung von Dr. Louis Couty in der Prager med. Wochenschrift. 1877, Nr. 25 u. ff.

Ich kann mit Stricker[1] nur übereinstimmen, der bezüglich dieses Versuches bemerkt, dass es sich bei einer so bedeutenden, mit zahlreichen Venenzerreissungen einhergehenden Verletzung wohl auch um eine andere Todesursache handeln könne (Pyämie, Embolie).

Wenn wir die Ansicht, dass der von uns beschriebene Verfall der Blutcirculation in Folge einer langdauernden hohen Verschliessung der Aorta von der Lähmung des Rückenmarkes als Centralorgan für die Blutgefässinnervation abhängig sei, nun einer eingehenderen Prüfung unterziehen, so gelangen wir zu folgenden Ergebnissen:

1. Zunächst könnte, in consequenter Festhaltung des von uns eingenommenen Standpunktes, nur von einer Lähmung von Rückenmarkscentren, die für Gefässe der Haut und der Muskeln bestimmt sind, die Rede sein, da nach unseren Erfahrungen, wie oben auseinandergesetzt wurde, die Centren für das Gefässsystem der Baucheingeweide nicht im Rückenmarke zu suchen sind. Doch würde dieser Umstand hinreichen, um unter Mitwirkung der durch Lähmung des Rückenmarkes als Leitungsorgan gegebenen functionellen Ausschaltung der Hirncentren, den Einfluss der Lähmung des gesammten centralen Innervationsapparates für die Gefässe hervortreten zu lassen. Gegen eine solche Auffassung aber scheint mir der zeitliche Ablauf der Erscheinungen durchaus zu sprechen.

Wir haben gesehen, dass Aortenklemmungen von mittlerer Dauer in ihrer Wirkung über diejenige einer Ausschaltung der vasoconstrictorischen Hirncentren nicht hinausgehen. Auch haben wir erfahren, dass die Rückenmarkscentren für die quergestreiften Muskeln ausserordentlich rasch durch Anämie gelähmt werden.

Wenn wir den Verfall der Blutcirculation nach langer Aortenklemmung mit der Rückenmarksanämie allein in Zusammenhang bringen wollten, so müssten wir die Annahme machen, dass die spinalen Centren ausserordentlich resistent sind gegen die Lähmung durch Anämie; dass sie der anämischen Ernährungsstörung viel länger widerstehen als das vasomotorische cerebrale Centrum, ja länger, als das Athmungscentrum, welches nach fremden und

[1] Diese Berichte, Bd. 75. 1877.

eigenen Erfahrungen am längsten seine Functionsfähigkeit sich bewahrt.

Eine solche Annahme ist aber im höchsten Grade unwahrscheinlich; da zu ihrer Stütze keine anderen Erfahrungen geltend gemacht werden können, so wollen wir von derselben absehen.

2. Es lässt sich aber zeigen, dass die Rückenmarksanämie bei dem Verfalle der Blutcirculation durch lange hohe Aortencompression nicht die Hauptrolle spielen kann.

Wenn man nämlich anstatt der hohen Aortencompression die tiefe Verschliessung der Aorta vornimmt, so tritt gleichwohl nach hinlänglicher Dauer derselben die beschriebene Vernichtung der Blutcirculation ein. Bei diesem Versuche wird nur das Rückenmark vom Brusttheil abwärts von der Anämie betroffen. Wenn nun doch nach Lösung der Aortencompression eine so schwere Schädigung des Blutkreislaufes eintritt, so müssen wir die Ursachen dieses Erfolges in anderen Umständen suchen.

Die bedeutende Erweiterung des Blutgefässsystemes nach langer Compression der Aorta denken wir uns hervorgebracht durch den Wegfall des Einflusses der vasoconstrictorischen Nerven und die gleichzeitig bewirkte Anämie des abwärts von der Compressionsstelle gelegenen Gefässbezirkes.

Was nun zunächst den Wegfall der vasoconstrictorischen Innervationen betrifft, so wird derselbe bei der hohen Compression der Aorta a. fortiori durch die Lähmung des Rückenmarkes als Leitungsorgan und als primär innervirendes Centrum bewirkt. Beim tiefen Verschluss der Aorta erstreckt sich die Anämie des Rückenmarkes nur auf das Lendenmark, während die Hauptmasse der vasoconstrictorischen Nerven beim Kaninchen bereits im Brustmark durch die Splanchnicusbahnen austreten. Wie wirkt hier der Aortenverschluss lähmend auf die vasoconstrictorischen Nerven?

Um hierüber ins Klare zu kommen, war es nöthig, sich Aufschluss darüber zu verschaffen, wie die Anämie auf die Erregbarkeit des Apparates „Nerv und glatte Muskelfaser" einwirkt. Versuche an Blutgefässen, deren Nerven der künstlichen Reizung unterworfen werden mussten, konnten über diese Frage nicht angestellt werden, da ein Urtheil über die Zusammenziehung der Arterienmuscularis am blutleeren Gefässe mit Sicherheit nicht

abzugeben ist. Ausgehend von der Annahme, dass die Verknüpfung zwischen Nerv und glatter Muskelfaser an allen mit glatten Muskeln versehenen Organen dieselbe sein dürfte, untersuchte ich, wie lange der Nerv. sympathicus der Pupille gegenüber seine erweiternde Wirkung entfaltet, nachdem durch Klemmung der A. a. carotides und subclaviae eine vollständige Anämie des Kopfes herbeigeführt worden. Die auf diesem Wege erhaltenen Resultate weisen darauf hin, dass 20—30 Minuten vollständigen Blutmangels genügen, um die Nervenreizung der glatten Muskelfaser gegenüber unwirksam zu machen.

Es steht also nichts im Wege, anzunehmen, dass bei tiefer Compression der Aorta von langer Dauer, die Wirkung der vasoconstrictorischen Centren auf die Blutgefässe dadurch ausgeschaltet wird, dass die Anämie die Einwirkung der Nerven auf die Muskeln, wahrscheinlich durch primäre Lähmung der intramuskulären Nervenenden aufhebt.

Keineswegs kann aber, so weit wir sehen, die Lähmung der Arterienmuskulatur hinreichen, um das vollständige Versiechen des Blutstromes nach Lösung einer Aortenverschliessung von langer Dauer zu erklären. Wir haben oben gesehen, dass ausgiebige Lähmung der Muskeln der arteriellen Gefässe, die durch andere Eingriffe hervorgerufen worden war, durchaus nicht so schwere Folgen für den Blutstrom mit sich führt, wie wir sie nach Lösung eines Aortenverschlusses von langer Dauer auftreten sehen.

Zu der Arterienlähmung muss also noch eine Erschlaffung anderer Bestandtheile des Blutgefässsystemes hinzutreten. Dass eine solche in Folge von mangelnder Durchströmung mit Blut in den Venen und Capillaren sich ausbilden kann, wird ganz begreiflich im Hinblicke auf die von Cohnheim mitgetheilten Erfahrungen. Es scheint, als ob wir es hier mit dem ersten Grade der durch Anämie an den Gefässwandungen hervorgerufenen Ernährungsstörungen zu thun haben, die sich in ihrer weiteren Ausbildung in einer von der Norm bedeutend abweichenden Durchlässigkeit für geformte und ungeformte Bestandtheile des Blutes geltend machen.

Unentschieden müssen wir es vorderhand lassen, in wieweit bei dieser an den Blutgefässwandungen auftretenden Erschlaffung

die Capillaren oder Venen vorwiegend betheiligt sind; aller Wahrscheinlichkeit spielen hier die Venen, auf deren Bedeutung in Lähmungszuständen Goltz wiederholt hingewiesen hat, eine grosse Rolle. Ebenso können wir die Frage nicht weiter in Betracht ziehen, ob die Erschlaffung sich nur auf die contractilen Bestandtheile der Gefässwandungen, oder auch auf anderweitige Gewebsbestandtheile erstreckt.

Wir haben endlich noch mehrere Bemerkungen hinzuzufügen über einige Punkte, deren Erörterung wir absichtlich an früherer Stelle unterlassen haben. Nachdem wir nun eine Reihe von Thatsachen vorgeführt haben, können wir dieselbe jetzt aufnehmen.

Wir haben angenommen, dass durch die Compression der Aorta gleich nach Abgang der A. subclavia sinistra das Rückenmark in seinem Brust- und Lendentheil, durch die Compression der Aorta vor ihrem Durchtritte durch das Zwerchfell das Lendenmark von der Anämie betroffen werden. Nun wird aber das Rückenmark des Kaninchens bekanntlich aus zwei Quellen mit Blut versorgt. Einmal senden ihm die Intercostal- und Lumbar-Arterien Äste zu; sodann entspringen aus den A. a. vertebrales drei Art. spinales, welche die ganze Länge des Rückenmarkes hinablaufen.

Man könnte einwenden, dass durch die Compression der Aorta an den oben angegebenen Orten die A. a. spinales, respective auch die A. a. intercostales noch offen bleiben und so Blut zum Rückenmarke gelangen könne. Auch ist das von uns geübte Verfahren, das Rückenmark blutleer zu machen, nicht ganz identisch mit der von Kussmaul und Tenner angegebenen Methode, von der wir bei unseren Versuchen ausgingen. Letztere Forscher unterbanden ausser der Aorta auch noch die beiden A. a. subclaviae; dass durch diese zweite Unterbindung der Blutzufluss zum Rückenmarke noch mehr reducirt werden musste, ist klar, wenn auch immer noch vom Circulus arteriosus Willisii aus eine Speisung der A. a. spinales stattfinden kann.

Wir halten die genaue Erforschung des Verlaufes und der Anordnung der Blutgefässe im Rückenmarke des Kaninchens für eine unentbehrliche Grundlage, um sich über den Zustand des Blutstromes im Marke nach der Unterbindung einer Anzahl von

Rückenmarksarterien ein genaues Urtheil zu bilden. Auf die Durchführung einer solchen anatomischen Untersuchung habe ich vorderhand verzichtet, da ich die in den vorliegenden Blättern gemachte Annahme, dass durch die vorgenommenen Compressionen die Blutversorgung des Rückenmarkes wirklich in tiefgreifender Weise alterirt wurde, auf folgende Beobachtungen und Überlegungen stützen zu können glaubte.

1. Wenn ich in den vorhergehenden Blättern den Ausdruck Anämie gebraucht habe, so habe ich demselben nicht den buchstäblichen Sinn einer totalen Blutleere unterschieben wollen. Ich nahm den Ausdruck Anämie mehr im physiologischen Sinne in der Art, dass das Rückenmark sich endlich gegen den sehr reducirten Blutstrom so verhalten wird, als würde es gar nicht mehr von Blut durchströmt. Es muss nachdrücklich darauf hingewiesen werden, dass es hier nicht darauf ankömmt, dass noch einige Zweigströmchen von Blut in das Mark hineinsickern, sondern dass die Blutzufuhr so eingeschränkt ist, dass der zweifelsohne sehr rege Stoffwechsel in der centralen Nervensubstanz dabei nicht mehr normal ablaufen kann.

2. Meine Erfahrungen mit Compression der A. a. carotides und subclaviae haben gezeigt, dass die a priori zu erwartende Blutversorgung des Gehirns vom Rückenmarke aus durchaus nicht in zureichender Weise zu Stande kömmt. Es ist kaum zu erwarten, dass nach Verschluss der Spinaläste der A. a. intercostales und lumbares die Äste und Zweige der A. a. spinales hinreichen, um eine genügende Versorgung des Rückenmarkes mit Blut zu Stande zu bringen.

Einige directe Beobachtungen scheinen diese Ansicht ebenfalls zu bekräftigen. Nach hoher Unterbindung der Aorta habe ich bei der Eröffnung des Wirbelcanals die Rückenmarkssubstanz abwärts von der Compression deutlich viel blässer gefunden als oberhalb.

Schiffer (l. c.) fand bei künstlichen Injectionen ein gleiches Resultat und weist besonders darauf hin, dass man geneigt sei, sich eine übertriebene Vorstellung von der Reichhaltigkeit der Gefässanastomosen am Rückenmark zu machen.

3. Wenn nach Zubindung der Aorta an den angegebenen Stellen ein collateraler Kreislauf von genügender Stärke in der

relativ kurzen Zeit, die bei unseren Versuchen in Betracht kömmt, sich ausbilden würde, so sollte man erwarten, dass mit zunehmender Dauer der Compression die Folgeerscheinungen der mangelhaften Blutversorgung des Rückenmarkes an Intensität abnehmen. Dies ist aber, wie wir oben gesehen haben, nicht der Fall.

Wenn man die lange Compression vornimmt, nachdem schon mehrere Male Compressionen von kurzer und mittlerer Dauer vorhergegangen, so ereignet es sich hie und da, dass die erwarteten Wirkungen — rasches Erlöschen des Kreislaufes — vermisst werden. Dieses Resultat scheint darin begründet zu sein, dass durch die mit der öfteren Aortencompression einhergehenden Blutdruckerhöhungen günstige Bedingungen für die Ausbildung eines Collateralkreislaufes gegeben werden. Möglicherweise spielten bei den eben erwähnten allerdings nur vereinzelten Beobachtungen auch individuelle Anordnungen der Blutbahnen und eine gerade in den in Frage stehenden Versuchen eingetretene starke Abkühlung der Versuchsthiere eine Rolle. Durch die Abkühlung wird, wenn man nach anderen Erfahrungen schliessen darf, die Adaptation des Rückenmarkes an die Reduction seiner Blutzufuhr aller Wahrscheinlichkeit nach erleichtert.

Mancher Leser hat vielleicht bei der Discussion der in den vorliegenden Blättern angeführten Versuchsergebnisse eine Anlehnung vermisst an die wichtigen von Flechsig, Schifferdecker u. A. in der neuesten Zeit gewonnenen Ergebnisse über den Faserverlauf und die Architectur des Rückenmarkes. Obwohl ich sehr wohl einsehe, dass auf dem schwierigen Gebiete der Rückenmarksphysiologie die Übereinstimmung zwischen den Ergebnissen der anatomischen und der experimentellen Methoden für die Richtigkeit der Resultate sehr ins Gewicht fällt, so habe ich es doch vorgezogen, vorläufig nach dieser Richtung hin von jeder Discussion abzusehen. An der Hand weiterer experimenteller Ermittelungen und anatomischer Untersuchungen über den Bau des Kaninchenrückenmarkes gedenke ich hierauf später zurückzukommen.

V. SITZUNG VOM 13. FEBRUAR 1879.

Herr Hofrath Freih. v. Burg übernimmt als Alterspräsident den Vorsitz.

Die Direction des k. k. Kriegs-Archivs übersendet ein Exemplar des von derselben herausgegebenen Repertoriums der in diesem Archive vorhandenen gezeichneten Karten und Pläne.

Das w. M. Herr Prof. E. Hering in Prag übersendet eine für die Sitzungsberichte bestimmte Abhandlung: „Über Muskelgeräusche des Auges."

Das w. M. Herr Hofrath Dr. F. v. Hochstetter legt eine für die Sitzungsberichte bestimmte Abhandlung vor unter dem Titel: „Covellin als Überzugspseudomorphose einer am Salzberg bei Hallstatt gefundenen keltischen Axt aus Bronce."

Das c. M. Herr Prof. v. Barth legt zwei in seinem Laboratorium ausgeführte Arbeiten vor:

1. „Über das Verhalten des Ammoniaksgummiharzes bei der Destillation über Zinkstaub" von G. L. Ciamician.
2. „Über die Oxydation des Resorcins zu Phloroglucin" von L. Barth und J. Schreder.

In der Sitzung am 16. Jänner l. J. wurde eine von Herrn A. B. Wynne, Mitglied der geologischen Gesellschaft in Calcutta, eingesendete Notiz vorgelegt, betitelt: „Bemerkungen — als Berichtigung — zu einigen in Dr. Waagen's Aufsatz: Über die geographische Vertheilung der fossilen Organismen in Indien."

Zu den Vorlagen in der Sitzung vom 6. Februar l. J. ist noch nachzutragen, dass von dem Secretär eine von Herrn Prof. C. Pelz in Graz eingesendete Abhandlung unter dem Titel: „Zur Tangenten-Bestimmung der Selbstschattengrenzen von Rotationsflächen" vorgelegt wurde.

An Druckschriften wurden vorgelegt:

Académie de Médecine: Bulletin. 2e série, 3e année. Tome VIII, Nr. 5. Paris, 1879; 8°.

Academy, the California of Sciences: Proceedings. Vol. VI, 1875. San Francisco, 1875; 8°. — Vol. VII, Part 1, 1876. San Francisco, 1877; 8°.

Accademia, R. dei Lincei: Atti. 1878—79. Anno CCLXXVI. Serie terza. Transunti. Volume III, Fascicolo 1° Dicembre 1878. Roma, 1879; 4°. Volume III, Fascicolo 2° Gennaio 1879. Roma, 1879; 4°.

Astronomische Nachrichten. Band XCIV; 8 & 9. Nr. 2240—1. Kiel, 1879; 4°.

Bibliothèque universelle: Archives des Sciences physiques et naturelles. N. P. Tome LXIV. Nr. 252. 15 Décembre 1878. Genève; 8°.

Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences. Tome LXXXVIII, Nr. 4. Paris, 1879; 4°.

Gesellschaft, Deutsche, für Natur- und Völkerkunde Ostasiens. 16. Heft. December 1878. Yokohama; fol.

— k. k. mähr.-schles., zur Beförderung des Ackerbaues, der Natur- und Landeskunde: Schriften. XXIII. Band. Brünn, 1878; 4°.

— österr., für Meteorologie. Zeitschrift. XIV. Band. Februar-Heft 1879. Wien, 1879; 4°.

Gewerbe-Verein, n. ö.: Wochenschrift. XL. Jahrgang, Nr. 6. Wien, 1879; 4°.

Hamburg, Stadtbibliothek: Gelegenheitsschriften. 3 Stück, 4°.

Ingenieur- und Architekten-Verein, österr.: Wochenschrift. IV. Jahrgang, Nr. 6. Wien, 1879; 4°.

Landwirthschafts-Gesellschaft, k. k., in Wien: Verhandlungen und Mittheilungen. Jahrgang 1878, September- bis December-Heft. Wien; 8°.

Moniteur scientifique du Dteur Quesneville: Journal mensuel. 23e année, 3e série. Tome IX, 446e Livraison. Février 1879. Paris; 4°.

Nature. Vol. XIX, Nr. 484. London, 1879; 4°.

Nuovo Cimento. 3a serie. Tomo IV. Dicembre. 1878. Pisa; 8°.

Observatoire de Moscou: Annales. Volume V, 1re Livraison. Moscou, 1878; 4°.

Observatory, The: A monthly Review of Astronomy. Nr. 22. London, 1879; 8°.

Oficina meteorologica argentina: Anales. Tomo I. Clima de Buenos Aires. Buenos Aires, 1878; gr. 4°.

Plantamour, E.: Résumé météorologique de l'année 1877 pour Genève et le Grand Saint-Bernard. Genève, 1878; 8°.

Reichsanstalt, k. k. geologische: Verhandlungen. Jahrgang 1878, Nr. 17 & 18. Wien, 1878; 4°.

Reichsforstverein, österr.: Österr. Monatsschrift für Forstwesen. XXIX. Band, Jahrgang 1879. Jänner- und Februar-Heft. Wien; 8°.

„Revue politique et littéraire" et „Revue scientifique de la France et de l'Étranger." VIIIe Année, 2e Série. Nr. 32, Paris, 1879; 4°.

Société des Ingénieurs civils: Séance du 24 Janvier 1879. Paris; 8°.

Society, the American philosophical: Proceedings. Vol. XVII. Nr. 101. Philadelphia, 1878; 8°.

— — Catalogue: Library. Part III. Philadelphia, 1878; 8°.

— the Royal geographical: Proceedings and Monthly Record of Geography. Vol. I, Nr. 2. February 1879. London; 8°.

United States, Department of the Interior: First annual Report of the Entomological Commission for the year 1877 relating to the Rocky Mountain Locust. Washington, 1878; 8°.

— — — Bulletin of geological and geographical Survey of the Territories. Vol. IV. — Number 3. Washington, 1878; 8°.

Wiener medizin. Wochenschrift. XXIX. Jahrgang, Nr. 6. Wien. 1879; 4°.

Über Muskelgeräusche des Auges.

Von dem w. M. **Ewald Hering,**
Professor der Physiologie in Prag.

In einer Mittheilung über „Versuche zur Begründung einer Auscultation für chirurgisch-diagnostische Zwecke“ [1] hat Hueter unter Anderem ein Geräusch beschrieben, welches er wahrnahm, als er einen kleinen, einerseits mit einer dünnen Kautschukhaut verschlossenen, andererseits in einen Kautschukschlauch übergehenden Trichter auf das geschlossene Auge setzte, während ein am anderen Ende des Schlauches befindlicher durchbohrter Hornzapfen in das Ohr eingeführt war. Er glaubt, dass dieses Geräusch durch den Blutstrom theils der Capillaren der Lidhaut, theils der Blutgefässe des Bulbus und der Orbitalhöhle bedingt ist.

Dieses Geräusch ist jedoch im Wesentlichen nichts anderes als das Muskelgeräusch des beim Lidschlusse thätigen *musc. orbicularis*. Schon Helmholtz hat dasselbe gehört, als er sich des Nachts die Ohren mit einem Pfropf aus Siegellack oder nassem Papier dicht verstopft hatte, und ich selbst nehme es deutlich wahr, wenn ich des Nachts die Augen zukneife, während ich auf dem linken Ohr liege, mit welchem ich allein höre. Überrascht aber war ich von der Stärke dieses Muskelgeräusches, als ich es in ähnlicher Weise wie Hueter dem Ohre zuleitete. Eine kurze Cigarrenspitze aus Meerschaum wurde mit ihrem Mundstücke in einen Kautschukschlauch gesteckt, und in dem anderen Ende des letzteren der durchbohrte Holzzapfen eines Kautschukstethoskopes befestigt. Führte ich den Zapfen fest in das Ohr ein und setzte die freie Öffnung der Cigarrenspitze so auf das geschlossene Auge, dass ihr Rand überall der Haut dicht anlag, so hörte ich ein auffallend starkes und schwirrendes Rauschen.

---

[1] Centralblatt für die medicinischen Wissenschaften, 1878, Nr. 51.

Auch bei Hunden und Kaninchen habe ich dieses Geräusch beobachtet und es durch Curarisirung des Thieres vollständig zum Verschwinden gebracht. Da hiebei die Circulation im Auge nicht aufgehoben und der Blutdruck nahezu unverändert ist, so folgt auch hieraus, dass das Geräusch kein Gefässgeräusch ist.

Weitere vorläufige Beobachtungen zeigten mir dann, dass man auch die Geräusche der Muskeln des Augapfels auf diese Weise hören kann, und so wurde die Angabe Hueter's zum Ausgangspunkte der vorliegenden kleinen Untersuchung. Ehe ich aber auf diese selbst eingehe, möchte ich einige Bemerkungen über das von Hueter beschriebene „Capillargeräusch der Fingerspitzen" machen, welches ihm die erste Anregung zu seinen Versuchen gab, und welches ich schon vor Jahren genauer untersucht habe. Auf dieses längst bekannte Geräusch hat einst Collongues[1] sein System der Dynamoskopie gebaut, sowie es jetzt die grundlegende Beobachtung für Hueter's Dermatophonie wurde. Aber schon Brown-Séquard hat es, wie ich aus einer Bemerkung van Hasselt's[2] ersehe, mit Recht für ein Muskelgeräusch erklärt.

Ein Stab aus Holz oder Metall, der in einem passend geformten und ins Ohr eingeführten Knopfe endet, leitet dem Ohre ein deutliches Muskelgeräusch zu, sobald man ihn fest mit den Fingern hält, während bei leisem Anfassen das Geräusch nur schwach zu hören ist. Dadurch, dass man den Stab mit der Hand hält, werden verschiedene Muskeln in Anspruch genommen, und die Schwingungen derselben durch Finger und Stab dem Ohre zugeleitet. Sehr stark wird dabei das Geräusch, wenn Muskeln, die an den Knochen der betheiligten Finger selbst angreifen, in kräftige Thätigkeit versetzt werden.

Statt jeder Zuleitungsvorrichtung kann man sich aber auch des blossen Fingers bedienen, dessen Spitze man in den äusseren Gehörgang einführt. So lange der Finger ganz ruhig im Gehörgange verharrt, hört man bekanntlich ein schwaches Rauschen (bourdonnement), welches bei jeder leisen Bewegung der Hand, wie sie leicht unwillkürlich eintritt, durch kurze knackende oder

---

[1] Gazette médicale de Paris, 1856, 1858, 1859, 1860 und 1862.

[2] Die Lehre vom Tode und Scheintode, S. 58.

knarrende Geräusche (pétillements, grésillements nach Collongues) unterbrochen wird, die mit dem Muskelgeräusche nichts zu thun haben. Dass aber das gleichmässig anhaltende Rauschen ein Muskelgeräusch ist, muss ich daraus schliessen, dass es verschwindet, wenn ich den Versuch mit Vermeidung jeder activen Spannung der Muskeln der oberen Extremität mache. Lege ich mich nämlich des Nachts auf die linke Seite, nachdem ich den Zeigefinger der linken Hand in das linke Ohr eingeführt habe, so kann ich durch eine passende Lagerung des Kopfes, des Armes und der Hand, wobei sich alle Muskeln dieser Theile ganz passiv verhalten, die Circulation aber nicht gehemmt ist, das Geräusch völlig zum Verschwinden bringen. Ich habe zwar auch dann noch schwache subjective Gehörsempfindungen, aber diese sind ganz anderer Art und genau dieselben, welche ich auch ohne Einführung des Fingers in der Stille der Nacht bemerke.

Spanne ich nun, nachdem das Muskelgeräusch in der erwähnten Weise ganz beseitigt ist, irgend einen Muskel der Hand an, so höre ich sofort wieder ein Muskelgeräusch. Auch wenn ich den Finger beim Sitzen oder Stehen eingeführt habe, sodass der Arm durch Muskelaction in seiner Lage gehalten wird, kann ich das dabei hörbare schwache Rauschen sogleich in ein viel stärkeres und mehr schwirrendes Geräusch verwandeln, wenn ich einzelne Muskeln der Hand innervire, z. B. den Daumen stark adducire.

Auch auf andere Weise habe ich mich überzeugt, dass bei mir die Blutbewegung in der Fingerspitze keinen merklichen Beitrag zu dem Geräusche liefert, was ich übrigens auch gar nicht erwartet hatte. Mache ich nämlich durch einen engen Kautschukring, den ich von der Fingerspitze her bis auf die zweite Phalanx vorschiebe, die Haut der Fingerspitze möglichst blutleer und führe dieselbe dann in das Ohr ein, so zeigt sich das Muskelgeräusch unverändert. Immerhin hätte sich ein kleiner Unterschied daraus ergeben können, dass die blutleere und desshalb collabirte Fingerspitze nicht so gut den Gehörgang verschliesst wie die blutreiche, wenn sie nicht tiefer eingeführt wird als letztere. Ich konnte aber einen solchen Unterschied nicht finden.

1. Beschreibung des zur Untersuchung der Augenmuskelgeräusche benützten Apparates und der bei seiner Anwendung zu beachtenden Fehlerquellen.

Ich liess mir drei kleine, der oben erwähnten Cigarrenspitze nachgebildete konische Röhren aus Hartgummi anfertigen, welche am weiteren Ende 15, 10 und 5^{mm}, am engeren sämmtlich 3^{mm} im Durchmesser und eine Länge von beziehungsweise 5, 4 und 3^{cm} hatten. Ich will dieselben im Folgenden als Schalltrichter bezeichnen. Das schwächere Ende derselben wurde in den 42^{cm} langen Kautschukschlauch von 5^{mm} Gesammt- und 3^{mm} Lichtungs-Durchmesser gesteckt, der am anderen Ende den erwähnten polirten und durchbohrten Holzzapfen trug. Der grösste der drei Schalltrichter erwies sich weit genug, um von einem beliebigen Skelettmuskel das Muskelgeräusch genügend deutlich dem Ohre zuzuleiten. Für die Behorchung der Muskeln des Gesichtes, der Augen, der Lippen, der Zunge erwies sich selbst der kleinste als zureichend. Doch fand ich für die Untersuchung der Augenmuskelgeräusche insbesondere den mittelgrossen am zweckmässigsten. Vorläufige Controlversuche mit diesen kleinen Horchapparaten ergaben mir Folgendes:

Brachte ich den Zapfen in das Ohr und hielt sein aus dem Ohre vorragendes und in den Schlauch übergehendes Ende mit den Fingern fest, so hörte ich ein sehr deutliches Muskelgeräusch, welches, wie aus dem oben Gesagten hervorgeht, durch die Finger zugeleitet wurde. Hieraus ergab sich zunächst die Forderung, den Zapfen nicht mit den Fingern zu halten, sondern so in das Ohr einzupassen, dass er von selbst darin festsass.

Nachdem dies geschehen war, legte ich den am anderen Ende des Schlauches befindlichen Schalltrichter ruhig auf den Tisch. Auch jetzt noch hörte ich ein schwaches dumpfes Geräusch, welches höher und schwächer wurde, als ich die Öffnung des Schalltrichters mit einem kleinen Kautschukpfropfen oder sonstwie verschloss. Als Ursache dieses Geräusches ergab sich schliesslich die Contraction meiner Kaumuskeln; ich hatte, ohne daran zu denken, die Kiefer schwach gegen einander gedrückt. Als ich den Unterkiefer etwas sinken liess, verschwand das Geräusch.

Aber bald nachher hörte ich es wieder ganz deutlich, und ich fand, dass meine Kopfhaltung die Ursache war; denn das Geräusch nahm deutlich zu in dem Maasse, als ich den Kopf nach hinten oder zur Seite neigte. Als ich den Kopf schwach nach vorn senkte, verschwand es gänzlich. Offenbar war das Geräusch durch die Anspannung des *m. sternocleidomastoideus* entstanden.

Als ich nunmehr die richtige Haltung des Kopfes und des Unterkiefers herausgefunden hatte, blieb das Geräusch dauernd aus. Hierbei muss ich bemerken, dass ich, abgesehen von rechtsseitiger Taubheit auch auf dem linken Ohre nicht besser, sondern vielleicht etwas schlechter höre als die meisten Menschen, und es daher leicht möglich ist, dass Andere unter den eben beschriebenen Bedingungen noch andere, von entfernteren Muskeln stammende Geräusche hören. Ich meine damit nicht die Geräusche der absichtlich stark contrahirten Muskeln des Gesichtes, der Zunge, des Gaumens oder des Schlundes, denn diese vernehme auch ich sehr deutlich, wenn der Zapfen im Ohre sitzt, sondern Geräusche, welche entweder durch eine unbewusste schwache Thätigkeit der oben genannten oder noch anderer Muskeln bedingt sind.

Alle die hier erwähnten Muskelgeräusche, welche durch die Schädelknochen dem Gehörorgane direct zugeleitet werden, höre ich bei offenem Ohre theils gar nicht, theils äusserst schwach, wenn Alles ganz still ist, dagegen deutlich, wenn ich wie Helmholtz das Ohr verstopfe. Somit wirkt die Einführung des beschriebenen Apparates in das Ohr ähnlich, wie die Verstopfung desselben. Stecke ich jedoch den durchbohrten Zapfen des Apparates allein, d. h. nach Abtrennung des Schlauches in das Ohr, so sind die Geräusche nicht zu hören, wohl aber, wenn zwar der Schlauch noch mit dem Zapfen in Verbindung, der Schalltrichter aber entfernt ist. Es handelt sich hier also um eine Resonanz, bei welcher der Schlauch die Hauptrolle spielt. Dies geht auch daraus hervor, dass die Geräusche sofort ihre Höhe und Stärke ändern, wenn der Schlauch oder der damit verbundene Schalltrichter am freien Ende verschlossen wird.

Verschliesst man den Schlauch oder Schalltrichter, nachdem der Zapfen schon in das Ohr eingeführt ist, so kann, falls der letztere zufällig luftdicht den Gehörgang schliesst, die Luft im Schlauche comprimirt, dadurch die Spannung des Trommelfells

verändert und somit eine neue Complication eingeführt werden. Dieser Fall kann auch eintreten, wenn der Trichter fest auf die Haut aufgesetzt wird, um die darunter liegenden Muskeln zu auscultiren. Ich liess desshalb am Schalltrichter eine kleine Seitenöffnung von 1^{mm} Durchmesser anbringen, welche durch eine federnde und belederte Klappe geschlossen wird, sobald der Trichter aufgesetzt ist. Schliesst der Zapfen den Gehörgang nicht luftdicht, so sind solche Vorsichtsmassregeln überflüssig. Da man aber die durch Trichter und Schlauch zugeleiteten Muskelgeräusche um so deutlicher hört, je besser sich der Zapfen an den Gehörgang anschmiegt, so kann der Fall des luftdichten Verschlusses und der Compression der eingeschlossenen Luftsäule wohl eintreten.

Fasste ich den Schalltrichter behutsam mit den Fingern und brachte seine Öffnung in Berührung mit der Oberfläche des Wassers in einem kleinen Becherglase, wobei die Luft im Trichter durch das Wasser abgeschlossen war, so hörte ich wieder ein starkes Geräusch. Dasselbe war dadurch verursacht, dass ich den Trichter mit der Hand hielt; denn je fester ich diesen fasste, um so lauter wurde das Geräusch, und als ich den eingetauchten Trichter, statt ihn selbst zu halten, an einem Klemmenträger befestigte, war das Geräusch verschwunden, kehrte aber sofort wieder, als ich das Glas oder den Klemmenträger irgendwo fest anfasste; und zwar wurde das Geräusch um so stärker, je fester ich fasste. Abermals also handelte es sich um ein durch die Finger zugeleitetes Muskelgeräusch.

Jetzt verschloss ich den Trichter mit einer dünnen Kautschukmembran. Sobald ich letztere, während der Trichter in der Klemme fixirt war, mit einer Fingerspitze berührte, hörte ich das Muskelgeräusch; ebenso wenn ich den nicht befestigten Trichter zwischen die Finger nahm und stark drückte, ohne dabei die Membran zu berühren. Fasste ich ihn dagegen recht sanft an, so hörte ich nichts. Wenn ich aber die Membran des leise gefassten Trichters mit irgendwelcher stark convexen Fläche in Berührung brachte, so zeigte sich wieder das Geräusch. Um eine feuchte Fläche zu haben und dadurch die knarrenden Geräusche zu vermeiden, welche durch die Reibung der Kautschukmembran an Holz, Metall oder dergl. entstehen, benützte ich insbesondere einen frisch ausgeschnittenen Augapfel vom Hunde. Dieser Augapfel gab, wenn

ihn die Kautschukmembran berührte, ein ganz reines Geräusch, welches durchaus einem Muskelgeräusche glich. Ich musste also wieder schliessen, dass lediglich das Halten des Trichters mit den Fingern das Geräusch veranlasste. Denn wenn ich auch eine sichere Hand habe und unter dem Mikroskope selbst bei stärkeren Vergrösserungen mit verkehrtem Bilde zu präpariren vermag, so kann ich doch das unsichtbare Vibriren nicht vermeiden, welches durch die Thätigkeit meiner Muskeln bedingt ist. Ich brachte also die Membran des Trichters wieder in Berührung mit dem Augapfel, fixirte aber den Trichter mittels der Klemme und hörte nun kein Geräusch mehr. Als ich aber den Augapfel oder den Klemmenhalter mit den Fingern fasste, kehrte auch das Geräusch wieder.

Ich muss demnach die von Hueter benützte Verschliessung des Schalltrichters mit einer Membran verwerflich finden. Er hat sie wohl nur angewandt, um seinen Schalltrichter, der wie es scheint, eine viel weitere Öffnung hatte, als der meinige, auch auf Hautstellen setzen zu können, auf welchen wegen der Form ihrer Oberfläche der Rand des Trichters nicht luftdicht anschliessen kann, daher die Membran den Verschluss übernehmen sollte. Ein solcher Trichter aber lässt, wenn man ihn mit der Hand hält, an jeder convexen Fläche ein Muskelgeräusch hören, sobald der Rand des Trichters nicht ringsum fest der Fläche aufsitzt und die Membran sich der letzteren nicht vollständig anschmiegt. Diesenfalls aber ist die Membran überhaupt zwecklos.

2. Beschreibung der am Auge wahrnehmbaren Muskelgeräusche.

Setze ich die freie Öffnung des Schalltrichters auf das geschlossene Auge, so höre ich, wie gesagt, ein sehr starkes Muskelgeräusch, welches wegen seiner Intensität mit den oben beschriebenen, durch die Schädelknochen zugeleiteten Muskelgeräuschen gar nicht zu verwechseln ist. Am stärksten höre ich das Geräusch mit dem grössten, am schwächsten mit dem kleinsten Schalltrichter. Am zweckmässigsten aber fand ich den mittelgrossen, welcher sich leicht luftdicht schliessend dem Auge aufsetzen lässt. Das Geräusch ist sowohl vom oberen als vom unteren

Augenlide zu hören. Ich fand keinen Unterschied in seiner Stärke wenn ich den Trichter abwechselnd auf das linke oder rechte Auge brachte, während der Zapfen sich immer im linken Ohre befand. Setze ich den Trichter, während ich ihn sehr leicht fasse, zur Controle auf die Stirne, so höre ich das Geräusch nicht; doch zeigt sich auch hier ein schwächeres Muskelgeräusch, wenn ich die Stirnhaut in Querfalten lege oder den *m. corrugator supercilii* zur Contraction bringe.

Suche ich, während beide Augen geschlossen sind und der Trichter auf dem einen oberen Lide steht, beide Augen langsam zu öffnen, so wird das obere Lid des untersuchten Auges vom Trichter festgehalten, und es öffnet sich nur das andere Auge. Zugleich aber ändert sich sofort in dem nun passiv verschlossenen Auge das Geräusch, insbesondere wird es auffallend schwächer, als ob es aus grösserer Ferne käme. Die analoge Änderung des Geräusches zeigt sich, wenn ich den Trichter auf das untere Lid des geschlossenen Auges setze und dann das Auge öffne. Dieses auch bei möglichster Erschlaffung des Orbicularmuskels hörbare Geräusch bildete den wesentlichen Gegenstand meiner Untersuchung und ist streng zu scheiden von dem Geräusche des thätigen *m. orbicularis*. Sehr gut machte sich mir die grosse Verschiedenheit beider Geräusche bemerkbar, wenn ich zuvörderst den Trichter auf das untere Lid des linken geöffneten Auges aufsetzte und dann nur das rechte Auge schloss. Solange beide Augen offen sind, befinden sich die Orbicularmuskeln in Erschlaffung, und ich höre daher nur das schwächere Geräusch. Schliesse ich aber das rechte Auge, so innervire ich unwillkürlich auch den linken *m. orbicularis*, weil ich die Association der beiderseitigen Muskeln nicht vollständig zu lösen vermag, und obwohl das linke Auge offen bleibt, wird doch seine Lidspalte deutlich enger. Die hiebei stattfindende unbeabsichtigte associirte Thätigkeit des linken Schliessmuskels bedingt nun sofort wieder das stärkere Orbiculargeräusch, wie ich es kurz nennen will.

Der Unterschied beider Geräusche liegt, abgesehen von der grösseren Stärke des Orbiculargeräusches darin, dass letzteres zugleich stark schwirrend oder vibrirend ist, während das andere Geräusch mehr einem gleichmässigen, scheinbar aus grösserer Ferne kommenden Rauschen gleicht. Man hört dasselbe, gleichviel

wo man bei möglichst erschlafftem *m. orbicularis* den Schalltrichter auf das Auge setzt. Da meine Augäpfel hinreichend über die Orbitalränder hervorragen, so kann ich den mittelgrossen Trichter bei offenem Auge an verschiedenen Stellen dem unteren oder oberen Lide aufsetzen. Endlich kann ich auch den kleinsten Schalltrichter direct auf die Sklera stellen. Bei allen diesen verschiedenen Arten der Application des Trichters höre ich das Geräusch. Da dasselbe sich nicht, wie das Orbiculargeräusch, beliebig beseitigen lässt, sondern immer zu hören ist, und um es sowohl von diesem als von anderen sogleich zu beschreibenden Geräuschen, welche nur von momentaner Dauer sind, durch eine kurze Bezeichnung zu unterscheiden, will ich es das Dauergeräusch nennen.

Während man dasselbe beobachtet, hört man nämlich zwischendurch ganz kurze, dumpf klappende Geräusche, welche sich mit unregelmässigen Intervallen folgen. Anfangs überhört man dieselben leicht, weil man seine Aufmerksamkeit zu ausschliesslich dem Dauergeräusche zuwendet. Diese Momentangeräusche, wie ich sie bezeichnen will, sind am besten den Herztönen zu vergleichen. Wenn man ein ganz unregelmässig schlagendes Herz in einiger Entfernung von der Herzgegend auscultiren würde, so müsste man ganz ähnliche Schallempfindungen erhalten.

Die Momentangeräusche sind nachweisbar die Folge unabsichtlicher, ruckender Bewegungen des Augapfels. Man ist sich, während man seine Aufmerksamkeit dem Dauergeräusche zuwendet, gar nicht bewusst, wie unruhig dabei öfters die Augen sind, und insbesondere nicht des Umstandes, dass ihre Bewegungen ruckweise erfolgen. Fixirt man einen Punkt ganz fest, so verschwinden die Momentangeräusche, um erst wieder aufzutreten, sobald in Folge der Ermüdung oder vorübergehender Unachtsamkeit wieder Bewegungen des Augapfels eintreten.

Der im Fixiren nicht sehr Geübte thut gut, sich ein langdauerndes Nachbild, z. B. von einer kleinen weissen Scheibe auf schwarzem Grunde, zu erzeugen und dann erst einen markirten Punkt auf einfarbigem Grunde zu fixiren: er wird sich dann überzeugen, dass jedem Momentangeräusche des Auges eine Verschiebung des Nachbildes entspricht. Ebenso bieten jene *mouches volantes*, welche durch Augenbewegungen in leichte wirkliche

(nicht bloss scheinbare) Bewegung versetzt werden, eine bequeme Controle der erwähnten unabsichtlichen Blickschwankungen.

Sehr gut kann man die Momentangeräusche beim Lesen beobachten. Während der Blick die Zeile entlang scheinbar stetig gleitet, verrathen die Momentangeräusche die ruckweise erfolgende Bewegung des Augapfels. Springt der Blick vom Ende der einen Zeile auf den Anfang der nächstfolgenden, so vernimmt man ein besonders deutliches Geräusch, welches aber etwas länger ist und im Gegensatze zu dem kurzen Klopfen, wie man es gewöhnlich hört, etwas Schabendes oder Reibendes hat; dasselbe verhält sich zu den sonstigen Momentangeräuschen etwa so, wie ein Herzgeräusch zu einem Herztone.

Während meiner Ansicht nach über die Ursache des Orbiculargeräusches und der Momentangeräusche kein Zweifel sein kann, bietet das Dauergeräusch der Erklärung grössere Schwierigkeiten.

3. Über die Ursache des am offenen Auge immer hörbaren Muskelgeräusches.

Dass auch das Dauergeräusch ein Muskelgeräusch sei, muss ich daraus schliessen, dass es erstens ganz den Charakter eines solchen hat, dass es zweitens im Allgemeinen um so stärker ist, je mehr das Auge aus seiner Mittellage abgelenkt ist und dass ich drittens am Auge curarisirter Thiere das Geräusch nicht höre, obwohl die Blutbewegung im Augapfel und in der Orbita kräftig fortbesteht.

Zunächst bemühte ich mich, eine Blicklage zu finden, bei welcher das Dauergeräusch ganz zum Verschwinden käme. Ich ging dabei von der Annahme aus, dass es eine Augenstellung geben könne, bei welcher die Innervation sämmtlicher Muskeln des Bulbus minimal oder gleich Null sei. Indessen ist es mir nicht gelungen, eine Blicklage ausfindig zu machen, bei welcher das Geräusch auch nur undeutlich geworden wäre. Am schwächsten war es bei mässig gesenkter Blickebene und schwacher symmetrischer Convergenz der Gesichtslinien. Dagegen gelang es mir leicht, das Geräusch zu verstärken und zugleich rauher und etwas schwirrend zu machen, wenn ich den Augapfel erheblich aus der Mittellage abgelenkt hielt, gleichviel in welcher Richtung.

Demnach müsste, wenn das Dauergeräusch nur von den Muskeln des Augapfels und nicht auch von denen der Lider ausginge, geschlossen werden, dass es gar keine Blicklage giebt, bei welcher nicht entweder einzelne oder vielleicht alle Augenmuskeln mässig innervirt sind. Diese Annahme entspräche zwar nicht den herrschenden Ansichten, hätte aber nichts Widersinniges. Denn es liesse sich denken, dass die Augenmuskeln, ähnlich wie gewisse mimische Muskeln, unter einer tonischen Innervation stehen, insbesondere dann, wenn die Augen offen sind, und die Aufmerksamkeit den Eindrücken des Gesichtssinnes zugewendet ist.

Ehe man aber zu solcher Annahme gezwungen wäre, müsste der Beweis geführt sein, dass das Dauergeräusch weder vom *m. levator palp. sup.*, noch von jenen Muskelfaserzügen mit bedingt ist, welche man als *m. orbicularis* zusammen zu fassen pflegt. Vor Allem fragt sich, ob der *m. levator* stets in Thätigkeit ist, so lange die Lidspalte überhaupt offen ist, und ob ein leichter Verschluss derselben schon durch die blosse Erschlaffung dieses Muskels oder nur unter Mithilfe des *m. orbicularis* möglich ist.

Hunde, Katzen und Kaninchen haben nach dem Tode die Augen nicht geschlossen, dessgleichen, soweit meine Erfahrung reicht, der Mensch. Eine mässige Öffnung des Auges entspräche hiernach dem Gleichgewichte der elastischen Kräfte aller hier in Betracht kommenden Theile. Gleichwohl bedarf es noch der genaueren Untersuchung, welchen Antheil am Verschlusse der Augen im Schlafe die tonische Thätigkeit des *m. orbicularis* hat. Ich setzte einem schlafenden Knaben den erwähnten Schalltrichter vorsichtig auf das Auge und hörte in der That ein schwaches Muskelgeräusch, obwohl keinerlei sichtbare Reflexbewegung der Lider in Folge der Berührung eingetreten war. Bei völliger Lähmung des Orbicularmuskels ist der Lidschluss unmöglich und die Lidspalte im Schlafe mässig geöffnet. „Der obere Augendeckel liegt," wie v. Stellwag [1] sagt, „schlaff am Bulbus an, während das untere Lid gewöhnlich vom Auge absteht oder gar nach Aussen umgestülpt ist." Falls diese hochgradige Erschlaffung des Orbicularmuskels sich schon in ganz frischen Fällen zeigt und nicht

[1] Lehrbuch der Augenheilkunde, III. Auflage, S. 831.

erst die Folge secundärer Veränderungen ist, worüber ich keine Kenntniss habe, so würde man sogar annehmen müssen, dass nicht bloss im Schlafe, sondern auch beim Wachen eine tonische Innervation dieses Muskels bestehe. Neige ich die Blickebene so weit als möglich abwärts, so senkt sich mein oberes Augenlid fast bis zum Schlusse der Lidspalte, während dabei der Rand des unteren Lides nur äusserst wenig nach abwärts geht. Dabei höre ich nicht das obenerwähnte charakteristische Orbiculargeräusch, sondern nur das Dauergeräusch. Gleichwohl möchte ich nicht annehmen, dass hiebei die starke Senkung des oberen Lides lediglich durch Erschlaffung des *m. levator* bedingt ist. Vielmehr dürften dabei einzelne, am oberen Lide angreifende Faserzüge des Orbicularmuskels betheiligt sein. Auffallend ist die Genauigkeit, mit welcher das obere Lid jeder Wendung des Augapfels nach unten oder oben derart folgt, dass ein immer nahezu gleichgrosses Segment der Iris vom Lide gedeckt ist, während der untere Lidrand seine Lage so wenig ändert, dass sich seine geringe Verschiebung leicht als eine rein passive, durch Verschiebung der Conjunctivalfalte bedingte, ansehen lässt.

Bei gewissen Fällen von *Ptosis paralytica* würde sich vielleicht aus dem Verhalten des oberen Lides schliessen lassen, welche Stellung des letzteren der völligen Erschlaffung des *m. levator* bei verschiedenen Neigungen der Blickebene entspricht. Auch würde die Untersuchung der Muskelgeräusche bei den verschiedenen Formen von Lähmungen der Lid- und Augenmuskeln überhaupt manchen interessanten Aufschluss geben können, wenn sie von Jemandem vorgenommen würde, der die Muskelgeräusche des gesunden Auges bereits genauer studirt hat.

Nach dem Gesagten muss vorerst unentschieden bleiben, ob es eine Neigung der Blickebene gibt, bei welcher sowohl der *m. levator* als der *m. orbicularis* völlig unthätig sind, und inwieweit bei verschiedenen Neigungen der Blickebene das Dauergeräusch durch die Thätigkeit dieser Muskeln mitbedingt ist.

Aber gesetzt, es gäbe einerseits eine Lage der Blickebene, bei welcher die Lidmuskeln sich völlig passiv verhielten, und andererseits eine Blicklage, bei welcher sämmtliche Muskeln des Bulbus unthätig wären, so müsste auch noch die weitere Forderung

erfüllt sein, dass diese Blicklage gerade jener Neigung der Blickebene entspräche, wenn anders alle hier in Betracht kommenden Muskeln unthätig sein sollten. Nur in diesem Falle aber könnte das Dauergeräusch ganz verschwinden.

4. Untersuchung der Innervationsgesetze des Auges mit Hilfe der Muskelgeräusche.

Wie ich anderswo[1] ausführlich gezeigt habe, ist bei einer und derselben Lage der Gesichtslinie eines Auges die motorische Innervation desselben und entsprechend auch die Thätigkeit seiner Muskulatur eine sehr verschiedene, je nach der gleichzeitigen Lage der Gesichtslinie des anderen Auges. Je nachdem auf der unbewegten Gesichtslinie der fixirte Punkt in die Ferne oder in die Nähe verlegt wird, ändert sich, abgesehen von der Accommodation, auch die Thätigkeit der am Bulbus angreifenden Muskeln. Ob dabei das andere Auge verdeckt ist oder der fragliche Punkt binocular fixirt wird, ist im Wesentlichen gleichgiltig.

Diese Verschiedenheit der Innervation und der Muskelaction verräth sich erstens durch eine veränderte Orientirung der Netzhaut, d. h. durch verschiedene Neigung der vertikalen oder horizontalen Trennungslinie zur Blickebene, und zwar kann, wie ich gezeigt habe, diese Neigung beim Nahesehen unter Umständen bis 5 oder 6° von der beim Fernsehen differiren.

Zweitens lässt sich eine wesentliche Verschiedenheit der Innervation theoretisch aus dem von mir aufgestellten allgemeinen Gesetze der binocularen Innervation ableiten, für dessen Richtigkeit ich a. a. O. hinreichende Beweise beigebracht zu haben glaube. Nach diesem Gesetze werden beim Sehen im Allgemeinen beide Augen gleichzeitig und gleichmässig innervirt, und es gilt dies auch für die unsymmetrischen Convergenzstellungen der Augen, bei welchen man von vornherein eine verschiedenartige Innervation beider Augen vermuthen sollte. Denken wir uns z. B., es werde ein in grosser Ferne gerade vor uns liegender Punkt fixirt,

---

[1] Die Lehre vom binocularen Sehen, p. 9.

wobei die Gesichtslinien horizontal und parallel geradeaus gestellt sein würden; vor dem linken Auge befinde sich auf der Gesichtslinie desselben und etwa 10^{cm} von ihm entfernt eine Nadelspitze, die dabei zunächst sehr verwaschene Doppelbilder geben würde. Um nun diese Nadel einfach und deutlich zu sehen, müssten die Augen aus ihrer Parallelstellung in eine unsymmetrische Convergenzstellung übergehen, wobei das linke Auge seine Stellung gar nicht zu ändern, sondern nur das rechte sich stark einwärts zu wenden brauchte. Aus dem angeführten Innervationsgesetze folgt aber, dass trotzdem auch das linke Auge eine starke Innervation erfährt, dass aber, weil der *m. rectus extern.* und *intern.* gleichzeitig innervirt werden, und ihre antagonistischen Zugkräfte sich aufheben, aus dieser Innervation keine veränderte Lage der Gesichtslinie resultirt.

Das Analoge gilt für alle Fälle, in welchen bei unveränderter Lage der einen Gesichtslinie der Blick von einem fernen auf einen nahen, nicht in der Medianebene des Kopfes gelegenen Punkt übergeht. Nur wenn der nahe Fixationspunkt in der Medianebene selbst gelegen ist, findet jenes Gesetz eine Ausnahme. Fixirt man einen median liegenden Punkt binocular und richtet sodann seinen Blick auf einen fernen Punkt, welcher sich auf der Gesichtslinie, z. B. des linken Auges befindet, so ändert sich nach dem Innervationsgesetze zwar die centrale Qualität der Innervation insofern, als an die Stelle der Convergenzinnervation die Innervation zur gemeinsamen Rechtswendung beider Augen tritt, aber die Anspannung des hiebei wesentlich betheiligten *m. rect. internus* könnte dabei unverändert bleiben; nur wäre er bei seiner Thätigkeit jetzt nicht mehr mit dem *m. rect. internus,* sondern mit dem *m. rect. externus* des rechten Auges associirt.

In solchen besonderen Fällen folgt also aus dem Innervationsgesetze keine Veränderung der Muskelaction für dasjenige Auge, auf dessen unbewegter Gesichtslinie der Fixationspunkt aus der Nähe in die Ferne rückt oder umgekehrt. Aber auch hier verändert sich wenigstens die Neigung der Trennungslinien zur Blickebene und beweist uns, dass die Thätigkeit der Augenmuskulatur trotz gleichbleibender Lage der Gesichtslinie eine Änderung erfährt, welche im Wesentlichen die schiefen Muskeln betreffen dürfte.

Im Allgemeinen ergibt sich also, dass immer, wenn bei unveränderter Lage der Gesichtslinie eines Auges der binoculare Fixationspunkt sich auf dieser Gesichtslinie verschiebt, daraus eine veränderte Action der Muskeln dieses Auges resultirt.

Giebt sich nun diese Verschiedenheit der Muskelaction auch durch eine Verschiedenheit des Muskelgeräusches kund? Dies ist in der That der Fall, und zwar in sehr auffälliger Weise. Setze ich z. B. den Schalltrichter auf das untere Lid des linken Auges, während ich zunächst einen gerade vor mir gelegenen fernen Punkt fixire, und wende sodann meinen Blick ein auf der linken Gesichtslinie liegenden nahen Nadelspitze zu, wobei das linke Auge seine Richtung nicht ändert, während das rechte einwärts gewandt wird, so höre ich das Dauergeräusch des linken Auges sich deutlich verstärken und bei grosser Nähe der Nadel sogar jenen mehr schwirrenden Charakter annehmen, wie er sich insbesondere auch an einem stark aus- oder einwärts gewandten Auge zeigt. Dieses stärkere, beziehungsweise vibrirende Muskelgeräusch dauert so lange, als ich die Nadel fixire, geht aber sofort wieder in das schwächere Dauergeräusch über, wenn ich wieder auf den fernen Punkt blicke. Dass es sich dabei nicht um Zuleitung eines Muskelgeräusches vom rechten Auge handelt, geht daraus hervor, dass das Geräusch nicht zu hören ist, wenn ich bei dem Versuche den Trichter nahe der Nasenwurzel auf die Stirne setze.

Die Veränderung des Geräusches beim Nahesehen ist so deutlich, dass sie auch ein Zweiter sofort bemerkt. Ich habe von verschiedenen geübten Beobachtern (Prof. Knoll, Prof. Sigmund Mayer, Dr. Biedermann) auscultiren lassen, während ich den Versuch anstellte, und sie alle haben lediglich aus der Veränderung des Geräusches sofort anzugeben vermocht, ob mein, in unveränderter Richtung verharrendes Auge eben für die Nähe oder für die Ferne accommodirt war.

Ob das andere Auge bei dem Versuche offen oder mit der Hand gedeckt ist, gibt keinen Unterschied, weil beidenfalls die Innervation des Doppelauges dieselbe ist.

Weniger auffallend, aber doch ganz deutlich ist die Verstärkung des Geräusches beim Nahesehen, wenn die Nadelspitze in der Medianebene gelegen ist.

Somit lässt sich auch aus den Muskelgeräuschen der Beweis führen, dass bei gleicher Stellung der Gesichtslinie die Augenmuskeln in verschiedener Weise thätig sind, je nachdem der fixirte Punkt nahe oder ferne liegt.

Die Verstärkung des Dauergeräusches beim Nahesehen lässt zunächst auf eine entsprechend verstärkte Muskelaction schliessen, wie sie in der That von dem erwähnten Innervationsgesetze gefordert wird, falls die Nadelspitze nicht in der Medianebene liegt. Indessen kommt bei starken Convergenzen vielleicht noch ein anderer Umstand in Betracht. Solche Convergenzen sind uns ungewohnt, anstrengend und von einem unbehaglichen Gefühle in der Augengegend begleitet. Ungewohnte Bewegungen und Stellungen unserer Glieder aber sind unsicher und minder stetig als gewohnte, weil wir auf die dazu erforderliche Innervation nicht eingeübt sind. Die Unstetigkeit der Innervation führt zu Discontinuitäten der Muskelaction und dadurch vielleicht zu stärkeren und insbesondere deutlicher vibrirenden Muskelgeräuschen.

Das Gefühl der Anstrengung habe ich schon bei Graden der symmetrischen Convergenz, welche nur eine solche Einwärtswendung des Auges fordern, wie sie ohne jedes unbehagliche Gefühl stattfindet, wenn nur ein Auge einwärts, das andere aber auswärts gewandt ist. Nicht also die Einwärtswendung des Auges als solche ist es, welche mich anstrengt und ein unangenehmes Gefühl veranlasst, sondern die gleichzeitige Einwärtswendung beider Augen. Die Ursache dieses Anstrengungsgefühles kann eine periphere oder eine centrale sein. Ist sie peripher, so muss sie entweder in der gleichzeitigen Accomodationsspannung gesucht werden oder darin, dass bei der Einwärtswendung des Auges zum Zwecke der Convergenz grössere Muskelkräfte in Action treten, als bei gleichgrosser Einwärtswendung des Auges zum Zwecke der Fixirung eines seitlich gelegenen fernen Objectes. Das von mir aufgestellte Innervationsgesetz bietet, sofern es sich um symmetrische Convergenz handelt, keinen Anhalt zur Annahme einer verstärkten Muskelaction. Gleichwohl liesse sich auch hier eine solche denken, ganz abgesehen von einer, wegen der veränderten Lage der Trennungslinien nicht unwahrscheinlichen Änderung in der Thätigkeit eines *m. obliquus*. Erstens nämlich könnte, da es

sich um eine selten geübte starke Innervation handelt, dieselbe auf Muskeln irradiiren, deren Thätigkeit zur Herstellung der Convergenz gar nicht nöthig ist, wie wir auch sonst bei ungeübten und anstrengenden Bewegungen unbeabsichtigte Mitbewegungen eintreten sehen; oder falls es richtig wäre, dass jede Richtung unseres Willens auf die Wahrnehmug durch den Gesichtssinn eine tonische Innervation sämmtlicher Augenmuskeln herbeiführt, so könnte dieser Tonus um so stärker werden, je grössere Schwierigkeiten sich der angestrebten deutlichen Wahrnehmung entgegenstellen. Beidenfalls würde die Muskulatur des Auges nicht nur im Allgemeinen stärker thätig sein, sondern insbesondere auch der *m. rect. internus* eine grössere Anspannung erfahren können.

Was hier für starke symmetrische Convergenzen erörtert wurde, gilt auch für starke unsymmetrische.

Ich habe nichts unerwähnt lassen wollen, was, soviel ich sehe, hier in Betracht kommen könnte, glaube aber, dass für die nicht anstrengenden Convergenzgrade die oben gegebene Erklärung aus dem Innervationsgesetze, beziehungsweise aus der veränderten Orientirung des Auges beim Nahesehen zureichend ist.

Ausgehend von der Überlegung, dass eine gleichzeitige stärkere Anspannung des *m. rect. externus* und *internus* eine merkliche Steigerung des intraocularen Druckes herbeiführen müsse, habe ich schon vor längerer Zeit meine Netzhautgefässe bei starker unsymmetrischer Convergenz der Gesichtslinien beobachten lassen, nachdem ich zuvor Atropin eingeträufelt hatte. Herr Dr. Becker, jetzt Professor in Heidelberg, hatte damals die Güte, die Untersuchung zu übernehmen. Aber er fand zwar die Symptome der Erhöhung des Druckes beim Nahesehen bisweilen angedeutet, doch nicht entschieden genug, um einen sicheren Schluss ziehen zu können. Ein Tonometer habe ich nicht angewandt.

Mir wäre damals der sichere Nachweis einer Erhöhung des intraocularen Druckes desshalb werthvoll gewesen, weil ich an die Möglichkeit dachte, dass die centralen Innervationsprocesse, welche der Anspannung einerseits des *rect. internus*, andererseits des *rect. externus* entsprechen, in einem derartigen anta-

gonistischen Verhältnisse zu einander stünden, dass sie sich gegenseitig aufheben könnten. Diesenfalls konnte das von mir aufgestellte Innervationsgesetz richtig sein, ohne dass doch daraus bei den erwähnten Augenstellungen eine gleichzeitige Thätigkeit der beiden antagonistischen Muskeln resultiren müsste. Denn wenn sich die antagonistischen Innervationsprocesse schon im Centralorgane gegenseitig aufhöben, würde es gar nicht zu. Innervation der Muskeln selbst kommen. Hiergegen spricht nun auch die Verstärkung des Muskelgeräusches, welche eine wirklich verstärkte Muskelaction und damit zugleich eine Erhöhung des intraocularen Druckes wahrscheinlich macht.

SITZUNGSBERICHTE

DER

KAISERLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

MATHEMATISCH-NATURWISSENSCHAFTLICHE CLASSE.

LXXIX. Band.

DRITTE ABTHEILUNG.

3.

Enthält die Abhandlungen aus dem Gebiete der Physiologie, Anatomie, und theoretischen Medicin.

VI. SITZUNG VOM 6. MÄRZ 1879.

Herr Hofrath Freih. v. Burg übernimmt als Alterspräsident den Vorsitz.

Das k. k. Ministerium für Cultus und Unterricht übermittelt ein Exemplar der von der königlich spanischen Regierung herausgegebenen *„Cartas de Indias"*, enthaltend die Originalberichte der Entdecker Neu-Spaniens (Mexicos und der nördlichen Länder Süd-Amerikas) und die dazu gehörigen Karten.

Das c. M. Herr Prof. E. Weyr übersendet ein von Herrn Prof. F. Folie, Administrator der Universität in Lüttich, der akademischen Bibliothek gewidmetes Druckwerk, betitelt: „ Éléments d'une théorie des faisceaux."

Das c. M. Herr Oberbergrath Prof. V. v. Zepharovich in Prag übersendet eine Mittheilung: „Über das neue Vorkommen von Halotrichit und Melanterit zu Idria."

Das c. M. Herr Prof. Dr. A. v. Waltenhofen in Prag übersendet eine Abhandlung: „Über die elektrische Durchbohrung des Glases."

Herr Prof. Dr. A. Bauer übersendet eine in seinem Laboratorium an der technischen Hochschule in Wien von dem Assistenten für allgemeine Chemie Herrn J. Schuler ausgeführte Arbeit: „Über einige Kobaltidcyanverbindungen."

Herr Prof. Dr. R. Maly in Graz übersendet eine in seinem Laboratorium von Herrn Rudolf Andreasch ausgeführte Arbeit: „Über die Zersetzung des ameisensauren Ammoniums in höherer Temperatur."

Herr Franz Schöttner übersendet eine im physikalischen Laboratorium der k. k. technischen Militär-Akademie in Wien ausgeführte Arbeit: „Über die Ermittlung des Coëfficienten der inneren Reibung in zähen Flüssigkeiten durch Fallversuche."

Herr Prof. Dr. C. Senhofer in Innsbruck übersendet eine vorläufige Mittheilung über eine von ihm in Gemeinschaft mit Herrn Dr. C. Brunner ausgeführte Arbeit: „Über directe Einführung von Carboxylgruppen in Phenole und aromatische Säuren".

Der Secretär legt noch folgende eingesendete Abhandlungen vor:

1. „Terrestrial Magnetism. On the Secular Variation in Declination of the Magnetic Needle at London since the year 1580", von Mr. B. G. Jenkins in London.
2. „Das Oktaeder und die Gleichung vierten Grades," von Herrn Dr. Anton Puchta, Privatdocent an der Universität in Prag.
3. „Analyse zweier Mineralien von Idria," von Herrn Prof. J. V. Janovsky in Reichenberg.
4. „Über die der Mechanik zu Grunde liegenden Erfahrungsthatsachen," von Herrn August Heller, Bibliothekar der königlich.-ungarischen naturwissenschaftlichen Gesellschaft in Budapest.

Das w. M. Herr Hofrath Prof. C. Langer überreicht eine vergleichend-myologische Abhandlung, wozu die Muskulatur der Extremitäten des Orang den Ausgangspunkt dargeboten hat.

Ferner überreicht Herr Hofrath Prof. Dr. Carl Langer eine Arbeit von Professor Rudolf Klemensiewicz in Graz: „Über lacunäre Usur der quergestreiften Muskelfasern."

Herr Prof. Dr. Franz Toula in Wien überreicht als ein weiteres Ergebniss seiner im Auftrage der kaiserlichen Akademie der Wissenschaften unternommenen geologischen Untersuchungen im westlichen Balkan und in den angrenzenden Gebieten eine Arbeit des Herrn Julian Niedzwiedzki, Professor am k. k. technischen Institute in Lemberg, welche den Titel führt: „Zur Kenntniss der Eruptivgesteine des westlichen Balkan."

Herr Max Jüllig, Assistent der Lehrkanzel für allgemeine Physik an der technischen Hochschule zu Wien, überreicht eine Abhandlung unter dem Titel: „Zur Theorie der Metallthermometer."

An Druckschriften wurden vorgelegt:

Academia real de Ciencias medicas, fisicas y naturales de la Habana: Anales. Entrega 174. Tomo XV. Enero 15. Habana, 1879; 8°.

Académie de Médecine: Bulletin. 2e Série, Tome VIII. Nrs. 6 & 7. Paris, 1879; 8°.

Akademie, kaiserlich Leopoldinisch-Carolinisch Deutsche der Naturforscher: Leopoldina. Heft XV. Nr. 1—2. Dresden, 1879; 4°.

— der Wissenschaften, Königl. Preuss. zu Berlin. Monatsbericht. November 1878. Berlin, 1879; 8°.

— kön. bair. zu München: Sitzungsberichte der mathematisch-physikalischen Classe. 1878. Heft IV. München, 1878; 8°.

Akademija Jugoslavenska znanosti i umjetnosti: Rad. Knjiga XLV. U Zagrebu, 1878; 8°. — Starine. Knjiga X. U Zagrebu, 1878; 8°. — Stari pisci hrvatski. Knjiga X. U Zagrebu, 1878; 8°.

Apotheker-Verein, allgem. österr.: Zeitschrift (nebst Anzeigen-Blatt). XVII. Jahrgang Nr. 5—7. Wien, 1879; 8°.

Archiv der Mathematik und Physik. LXIII. Theil, 1. Heft. Leipzig, 1878; 8°.

Astronomische Nachrichten: Band XCIV; 10—12. Nr. 2242 bis 2244. Kiel, 1879; 4°.

Bibliothèque universelle: Archives des Sciences physiques et naturelles. 3e Série. Tome I. Nr. 1. Genève, Lausanne, Paris 1878; 8°.

Central-Anstalt, k. k. für Meteorologie und Erdmagnetismus: Jahrbücher. Jahrgang 1876. N. F. XIII. Band. Wien, 1878; gr. 4°.

Comptes rendu des Séances de l'Académie des Sciences. Tome LXXXVIII. Nrs. 5, 6 & 7. Paris, 1879; 4°.

Gesellschaft, Astronomische, zu Leipzig: Vierteljahresschrift. XIII. Jahrgang, 4. Heft. Leipzig, 1878; 8°.

— deutsche chemische: Berichte. XII. Jahrgang. Nr. 1, 2, & 3. Berlin, 1879; 8°.

— deutsche geologische: Zeitschrift. XXX. Band, 4. Heft. October bis December 1878. Berlin, 1878; 8°.

Gesellschaft, k. k. der Ärzte in Wien: Medizinische Jahrbücher. Jahrgang 1878. 4. Heft. Wien; 8°.

— k. k. geographische, in Wien: Mittheilungen. Band XXII. (N. F. XII.), Nr. 1. Wien, 1879; 4°.

Gewerbe-Verein, n.-ö.: Wochenschrift. XL. Jahrgang, Nr. 7, 8 & 9. Wien, 1879; 4°.

Ingenieur- und Architekten-Verein, österr.: Wochenschrift. IV. Jahrgang, Nr.7, 8 & 9. Wien, 1879; 4°.

Journal für praktische Chemie, von H. Kolbe. N. F. Band XIX, 1. Heft Leipzig, 1879; 8°.

— the American of Science and Arts. Third series. Vol. XVII. (Whole Number, CXVII).

Ministerio de Fomento: Cartas de Indias. Madrid, 1877; fol.

Moniteur scientifique du D^teur^ Quesneville: Journal mensuel. 23e Année. 3e Série. Tome IX. 447e. Livraison. Mars 1879. Paris; 4°.

Nature, Vol. XIX. Nr. 485—487. London, 1879; 4°.

Observatory - Dudley: Annual Report of the Director for 1878. Albany, 1879; 8°. — Remarks on the Dudley Observatory observations of the Transit of Mercury, May 6, 1878. Albany, 1878; 8°.

Osservatorio del R. Collegio Carlo Alberto in Moncalieri: Bullettino meteorologico. Vol. XIII. Nr. 7. Torino, 1878; 4°.

Repertorium für Experimental - Physik und physikalische Technik, von Dr. Ph. Carl. XV. Band, 2. Heft. München, 1879; 8°.

„Revue politique et littéraire", et „Revue scientifique de la France et de l'Étranger". VIIIe Année, 2e Série, Nrs. 33, 34 & 35. Paris, 1879; 4°.

Societät, physikalisch-medicinische zu Erlangen: Sitzungsberichte. 10. Heft. November 1877 bis August 1878. Erlangen, 1878; 8°.

Société Botanique de France: Bulletin. Tome XXV. 1878. Paris; 8°. — Revue bibliographique D. Paris, 1878; 8°.

— mathématique de France: Bulletin. Tome VII. Nr. 1. Paris, 1879; 8°.

— géologique de France: Bulletin. 3e Serie. Tome VII. 1879. Nr. 1. Paris; 8°.

Société des Sciences physiques et naturelles de Bordeaux: Mémoires. 2e Série. Tome III. 1er Cahier. Paris, Bordeaux, 1878; 8°.

— Linnéenne du Nord de la France: Bulletin mensuel. 7e Année. Tome IV. Nrs. 76—78. Amiens, 1878; 8°.

— Philomatique de Paris: Bulletin. VIIe Serie. Tome I. 1876—1877. Paris, 1877; 8°.

Society the royal astronomical: Monthly notices. Vol. XXXIX. Nr. 3. January 1879, London; 8°.

— the Zoological of London: Proceedings of the scientifique Meeting for the year 1878. Part 3. London, 1878; 8°.

Verein, entomologischer in Berlin: Deutsche entomologische Zeitschrift. XXIII. Jahrgang. 1. Heft. (S. 9—208, 1—32). London, Berlin, Paris, 1879; 8°.

Wiener Medizin. Wochenschrift. XXIX. Jahrgang, Nr. 7, 8 u. 9. Wien, 1879; 4°.

Zoologische Station zu Neapel: Mittheilungen und zugleich ein Repertorium für Mittelmeerkunde. I. Band, 2. Heft. Leipzig, 1879; 8°.

Über lacunäre Usur der quergestreiften Muskelfasern.

Von **Rudolf Klemensiewicz,**
Professor der experimentellen Pathologie an der Universität Graz.

(Mit 1 Tafel).

Um mich im Allgemeinen über den Bau und die Entstehung des kleinzelligen Diktyoms [1] (Heschl) oder kleinzelligen Rundzellensarcomes (Virchow) zu belehren, untersuchte ich in der hierortigen pathologisch-anatomischen Anstalt, eine Reihe von durch diese Geschwulstform veränderten Organen, welche theils frisch vom Lebenden exstirpirt waren, theils erst nach der Section in meine Hände gelangten.

Bei dieser Gelegenheit schien mir gerade das kleinzellige Diktyom der Muskeln des Stammes zum Studium dieser Geschwulstform geeignet, weil hier die quergestreifte Substanz durch so charakteristische Eigenthümlichkeiten ausgezeichnet und von den Elementen der Neubildung so leicht zu unterscheiden ist, dass sich gerade desshalb von vorne herein eine grössere Übersichtlichkeit und Klarheit der mikroskopischen Präparate erwarten liess, als bei Untersuchung ebenso entarteter anderer Organe.

In der That war meine Erwartung nicht getäuscht, denn ich stiess bei einem Falle von multipler Diktyombildung in den Muskeln des Körpers, auf eine ganz eigenthümliche Veränderung der Muskelfasern. Soweit mir die Literatur zur Verfügung stand, entnahm ich daraus, dass nur Volkmann [2] ein Mal und zwar in

---

[1] Heschl hat in einem Aufsatze „Zur Systematik der Geschwülste" den Vorschlag gemacht, das Rundzellensarcom seines reticulären Stützgewebes wegen mit dem Namen des Diktyoms (von τὸ δίκτυον, das Netz) zu belegen.

[2] „Zur Histologie des Muskelkrebses" von Prof. Richard Volkmann. Virch. Arch. Bd., 50. p. 543 u. f.

einem Falle von Muskelcarcinom an den Muskelfasern ähnliche Veränderungen beobachtet hat, welche er als lacunäre Usur oder Einschmelzung auffasst. In einer Arbeit von Sokolow,[1] welcher drei Fälle von Spindelzellensarcom [2] beobachtet hat, finden sich nur Andeutungen über eine Veränderung der quergestreiften Muskelsubstanz, worauf zurückzukommen ich am Schlusse dieser Arbeit Gelegenheit finden werde.[3]

Wenn man nun bedenkt, dass bei dem grossen Materiale des Wiener allgemeinen Krankenhauses, dieser unten zu beschreibende Fall das einzige seit Jahren in den Muskeln beobachtete kleinzellige Diktyom lieferte, so wird man die Lückenhaftigkeit der sich auf Sarcome der Muskeln beziehenden Literaturangaben begreiflich finden, und ich glaube, dass eben desshalb meine Beobachtungen hinreichendes Interesse erregen werden, um die folgende Mittheilung gerechtfertigt erscheinen zu lassen.

Ich theile nun hier die Krankengeschichte und den Sectionsbefund dieses Falles mit und schliesse daran die Mittheilung meiner mikroskopischen Beobachtung.

M. Z., 26 Jahre alt, Branntweinschenker, zeigt bei seiner Aufnahme auf der Klinik eine grosse Menge kleiner und grösserer über die ganze Körperoberfläche zerstreuter Knötchen. Diese sitzen zum Theil in und unmittelbar unter der Haut, zum Theil liessen sich auch in der Tiefe, in den Muskeln, Knoten fühlen. An einzelnen Körperstellen, so z. B. etwas oberhalb des linken Kniegelenkes waren grosse Exulcerationen, durch Zerfall der Neubildung entstanden. Diese führte durch Arrondirung der art. crural. zum Tode. —

Bei der Section zeigte sich, dass die durch die Geschwulstbildung veränderten Orte, theils das subcutane Zellgewebe, theils Muskeln, theils

[1] „Über die Entwicklung des Sarcoms in den Muskeln" von Dr. A. A Sokolow, Virch. Arch. Bd. 57., p. 321 u. f. — In dieser Arbeit ist eine ausführliche Besprechung der einschlägigen Literatur, welche letztere ich — so weit sie meinen Gegenstand betraf — benützt habe.

[2] Heschl benützt für die Bezeichnung dieser Geschwulstform den Namen Atraktom (von ἄτρακτος, die Spindel).

[3] Es liegt ausserhalb des engen Rahmens dieser Mittheilung auf einige sehr interessante, die Pathologie und die Regeneration der quergestreiften Muskeln betreffende, Arbeiten einzugehen, wesshalb ich mich begnügen muss, sie hier namentlich anzuführen: Gussenbauer Arch. f. Kl. Chir. XII; Neumann Arch. f. mikr. Anat. IV; Heidelberg Arch. f. exp. Path. u. Ph. III; Lüdeking Untschgn. ü. d. Reg. d. qu. Muskelfasern, Inauguraldissertation, Strassburg 1876; Kraske v., Reg. d. qu. Muskeln. Halle 1878.

Lymphdrüsen waren; auch in der linken Lunge fand sich ein Knoten. Von Muskeln waren ergriffen: der rechte Deltamuskel, die Beugemuskel am linken Oberarm, einzelne Zwischenrippenmuskel und die ganze Musculatur des rechten Oberschenkels. In der regio supraclavicularis dext. und an anderen Orten fanden sich durch die Aftermasse sehr vergrösserte Lymphdrüsen.

Alle Geschwülste zeigten denselben Charakter. Auf Durchschnitten waren sie von blasser, grauröthlicher Farbe und liessen von der Schnittfläche wenig seröse Flüssigkeit abstreifen. An den Geschwülsten in den Muskeln, welche besonders am rechten Oberschenkel ganz in die Tiefe eindrangen, konnte man eine scharfe Umgrenzung der Neubildung nicht unterscheiden. Es drangen vom Geschwulstheerde strahlenförmige Ausläufer dieses, zwischen die Muskelbündel der Umgebung ein, welche durch die Geschwulst wie auseinandergeworfen aussahen.

Die an frischen Präparaten nach der Section vorgenommene mikroskopische Untersuchung zeigte, dass sämmtliche Tumoren, sowohl die in den Muskeln als die in den Lymphdrüsen und der im Unterlappen der linken Lunge, aus lymphoïden Zellen zusammengesetzt sind. Stellenweise war in ihnen fettige Degeneration der Elemente nachweisbar. Die klinisch vermuthete gummöse Natur der Tumoren konnte aus dem Fehlen jeder entzündlichen Veränderung ausgeschlossen werden. Am Gliede fand sich keine Narbe. — Diagnose. Universelle Anaemie und Marasmus. Multiple Dictyombildung in der Musculatur, in den rechtsseitigen Halslymphdrüsen und in der linken Lunge. Ausgedehnte Jauchung an der Innenseite des linken Kniegelenkes. Dysenterie leichten Grades mit folliculärer Eiterung.

Von diesem Falle wurden eine Reihe von Geschwülsten der verschiedenen Organe in Müllerische Flüssigkeit eingelegt. Beim Ausschneiden der in den Muskeln sitzenden Geschwulstknoten war auch ein Theil der unmittelbar angrenzenden anscheinend noch unveränderten Muskelmasse mit exstirpirt worden. Ich fertigte nun von diesen, theils in Müllerischer Flüssigkeit allein conservirten, theils in Alkohol nachgehärteten, theils auch des bequemeren Schneidens wegen in Gummilösung eingebetteten Muskelstückchen, Quer- und Längsschnitte an welche ich mit Hämatoxylin färbte und dann nach den üblichen Methoden einschloss.

An Querschnitten, welche die Grenze zwischen erkranktem und gesundem Gewebe trafen, sieht man einerseits das bekannte Bild der normalen Muskelfaserquerschnitte, andererseits aber erkennt man den durch die Neubildung veränderten Muskel, an ganz charakteristischen Merkmalen. Zwischen den einzelnen Muskelbündeln, im interstitiellen Bindegewebe, besonders dort, wo

grössere Züge von fibrillärem solchem Gewebe, zwischen einzelne Abschnitte des Muskels eindringen, kann man schon bei schwacher Vergrösserung (Hart. IV. O. 3), eine grosse Menge von durch Hämatoxylin stark gefärbten Kernen erkennen. Diese sind insbesondere dort in grosser Masse angehäuft, wo Blutgefässe verlaufen, welche letzteren an einzelnen Querschnitten, an den in ihnen enthaltenen Blutkörperchen leicht zu unterscheiden waren. Diese Kerne gehören lymphoïden Zellen an, welche in Bezug auf ihre histologischen Merkmale mit den im Centrum des Geschwulstheerdes liegenden Diktyomzellen völlig übereinstimmen. Davon kann man sich durch Untersuchung von Schnitt- und Zupfpräparaten bei starken Vergrösserungen leicht überzeugen.

Die Querschnitte der einzelnen Muskelfasern zeigen in Bezug auf ihren Contour, an solchen Schnitten, in denen man als erstes Anzeichen einer Veränderung des Muskels, nur die im interstitiellen Gewebe in grosser Menge angehäuften Zellen antrifft, das normale glattrandige Aussehen wie im gesunden Gewebe. An Schnitten, welche dem Geschwulstcentrum näher gelegene Partien trafen, gestaltet sich das Bild etwas anders, wie dies aus Figur 1 ersichtlich ist. Die Anhäufung der lymphoïden Zellen, zwischen den Muskelfasern ist da eine so massenhafte, dass es den Anschein hat, als seien die einzelnen Muskelfaserquerschnitte durch die Zellwucherung auseinandergedrängt. — Man sieht nämlich an jenen Stellen des Praeparates, welche der Gränze der Neubildung näher liegen, d. i. im linken Theile der Figur 1, die Querschnitte der einzelnen Muskelfasern noch nahe aneinander liegend, und zwischen ihnen eine verhältnissmässig geringe Menge der Zellwucherung, welche letztere gegen das Centrum der Geschwulst zu überhand nimmt und zwar auf Kosten der quergestreiften Substanz. Denn wie man im rechten Theil in Figur 1, besonders bei A, deutlich sieht, sind die einzelnen Muskelquerschnitte nicht nur weiter von einander entfernt, und zwar durch die Zellwucherung von einander getrennt, sondern sie sind auch kleiner, und ausserdem zeigen sie eine veränderte abnorme Form ihres Contours.

Auch an diesem Querschnitte, Fig. 1, konnte ich mich, sowie an vielen anderen davon überzeugen, dass die Anhäufung der Zellen dem Verlaufe der gröberen Bindegewebszüge entsprechend und um die Gefässe herum die massenhafteste ist.

In Fig. 1 ist *g* ein Gefässquerschnitt, um den sich eine grössere Anhäufung der Zellen zeigt, und dieses Gefäss liegt in einem das Präparat diagonal durchziehenden Zellstrang, der sich nach links zu bis in das unveränderte Gewebe in einen gröberen Bindegewebszug verfolgen liess. In Querschnitten, welche von dem Centrum des Erkrankungsheerdes selbst, oder von dessen unmittelbarer Umgebung gewonnen waren, findet man gar keine Muskelquerschnitte mehr, sondern solche Präparate zeigen dann das bekannte Bild des kleinzelligen Diktyoms oder kleinzelligen Rundzellensarcoms. Der Übergang vom gesunden Muskel zu solchen, eben erwähnten Stellen, an welchen nur mehr die das Diktyom charakterisirenden Zellen gefunden werden, ist ein ganz allmäliger und an verschiedenen Stellen der Geschwulst verschieden rascher. So findet man z. B. mit dem centralen Heerde des Geschwulstknotens in Verbindung stehende Stränge, von mit Diktyomzellen erfülltem Bindegewebe, welche oft weit in das umliegende, anscheinend noch nicht veränderte Muskelgewebe eindringen, und dort in normales interstitielles Bindegewebe übergehen. Daraus kann man entnehmen, dass die jüngste Wucherung der Neubildung ausschliesslich im Bindegewebe zwischen den Muskeln ihren Sitz hat.

Ich erwähnte dieses Verhalten der Zellen zum Bindegewebe desshalb, weil dies ein Beweis für die von Virchow vertretene Anschauung ist, dass die Wucherung beim Sarcom im interstitiellen Gewebe geschieht.[1]

Wenn man an solchen Querschnitten wie Fig. 1 einen wiedergibt, die Gestalt der einzelnen Muskelfaserquerschnitte, mit stärkeren Vergrösserungen untersucht, so findet man, wie ich schon oben angedeutet habe, im wenig veränderten Muskel, normale, mit glattem Contour versehene rundliche oder polygonale Querschnitte der Muskelfasern; im stärker veränderten Muskel bieten aber deren Querschnittsbilder sehr verschiedene eigenthümlich gestaltete Formen dar. — Ihr Contour ist nicht mehr glatt, sondern buchtig wie angenagt aussehend. Im Allgemeinen wird derselbe, aus kleinen mit der Concavität nach Aussen gerichteten, bogenförmigen

[1] Virchow, „Lehre v. d. krankhaften Geschwülsten" Bd. 2, pag. 191 und 221.

Linien gebildet. — Es ist einleuchtend, dass die Zellen der Neubildung, welche von Aussen her einen Druck auf die nachgiebige weiche Muskelsubstanz ausüben, die Ursache dieser Einbuchtungen oder Lacunen sind.

Deutlicher als am Querschnitte selbst, sieht man die verschiedenen Formen der durch Lacunenbildungen veränderten Muskelfaserquerschnitte dann, wenn man Querschnitte zerzupft. An solchen Zupfpräparaten kann man dann auch die verschiedenen Stadien dieses Processes unterscheiden. Fig. 2 und 3. An einzelnen Muskelfaserquerschnitten solcher Zupfpräparate sieht man öfters flügelartige, homogene Fortsätze, welche nicht das granulirte, dunkle Aussehen des normalen oder weniger stark veränderten Querschnittes der contractilen Substanz zeigen, und ähnlich wie die Zellen der mittleren Schichten des geschichteten Plattenepithels Facetten tragen. (Fig 3, *C, E;* [f]). Diese homogenen Fortsätze sind die Reste der durch den Druck der Diktyomzellen zusammengepressten Muskelsubstanz und vielleicht auch des Sarcolemmas. Ob Letzteres vielleicht ausschliesslich an der Bildung der flügelartigen Fortsätze betheiligt ist, oder ob es zu Grunde gegangen ist, das lässt sich nicht entscheiden. Andere Bilder, wie Fig. 3, *D* und *F* deuten darauf hin, dass die Zellen des Diktyoms sehr tief in das Innere der Muskelfaser eindringen, gewissermassen Zellstränge bilden, die von einer Stelle her nach auf- oder abwärts in der Achse der Muskelfaser fortwuchern, so dass am Querschnitte Lücken in der Substanz der Muskelfaser erscheinen.

Solche Bilder wie die eben beschriebenen erhält man durch das oben angegebene Verfahren in grösster Menge und man stösst dabei auf die eigenthümlichsten Formen von Muskelquerschnitten, die aber im Allgemeinen mit den in Fig. 3 abgebildeten übereinstimmen. Dass die Lacunen, welche am Zupfpräparate leer sind, Zellen enthielten und diese nur durch die Präparationsmethode herausgeschüttelt wurden, davon kann man sich am Schnittpräparate überzeugen; denn an gut gelungenen feinen Schnitten sieht man alle denkbaren Querschnittsformen mit buchtigen Contouren, welche stets von Zellen umgeben sind, die dem Contour der Muskelfaser unmittelbar anliegend die Lacunen erfüllen.

An solchen Schnitten trifft man auch einzelne Muskelfaserquerschnitte, die zwar allseitig von Zellen umgeben sind, aber ent-

weder noch keine oder aber nur eine oder zwei mehr weniger seichte, halbmondförmige Einbuchtungen oder Lacunen zeigen. Durch diese Beobachtung wird dem Einwurf begegnet, dass das Härtungsmittel oder die Conservirungsflüssigkeit die Ursache der Lacunenbildung sei. Übrigens liefern die gleich zu beschreibenden Bilder von Längsschnitten den untrüglichen Beweis, dass diese Lacunen kein zufällig entstandenes Kunstproduct, sondern eine Folge des Fortschreitens der Zellwucherung sind.

Um die einzelnen Muskelfasern der Länge nach zu isoliren, habe ich Muskelstückchen, theils in sehr verdünnter Müllerischer Flüssigkeit, theils in Glycerin entsprechend lange Zeit eingelegt, zerzupft und dann entweder in der Macerationsflüssigkeit oder in Glycerin untersucht.

Durch dieses Verfahren kann man die Muskelsubstanz von Stellen, wo die faserige Structur derselben noch erhalten ist, leicht in einzelne Fasern zerlegen, welche unter dem Mikroskope oft das Bild von verschieden langen, anscheinend aus Zellen gebildeten Strängen darbieten. Im Inneren der Zellstränge lassen sich oft noch deutlich quergestreifte Muskelfasern nachweisen, welche manchmal durch eine Lücke der Zellhülle erkenntlich sind oder am Ende aus derselben hervorragen. — Ausserdem findet man Fasern, die mehr oder weniger frei sind von einer solchen Zellhülle und alle möglichen Formen der durch die Neubildung mehr oder weniger veränderten Muskelfasern erkennen lassen. — Fig. 4 zeigt eine lange isolirte Muskelfaser, deren Aussehen von dem normalen schon sehr verschieden ist. — Stellenweise, wie bei *Z*, ist die Faser von einer Hülle von Zellen umgeben, an anderen Stellen, wie bei *a*, liegt die zum Theil noch Querstreifung zeigende Muskelsubstanz frei zu Tage. Stellt man nun auf den Contour der Muskelfaser ein, so findet man, dass derselbe aus einer Reihe von kurzen bogenförmigen Linien gebildet wird, deren Concavität nach Aussen sieht. Oft findet man den beiderseitigen Contour einer solchen Muskelfaser durch das ganze Gesichtsfeld hindurch von solchen Lacunen ausgebuchtet. — Die in Fig. 4 abgebildete Muskelfaser geht einerseits in zwei homogene von buchtigen Contouren begrenzte und theilweise mit Zellen der Neubildung besetzte Ausläufer aus, andererseits verschmälert sie sich zu einem aus körnig veränderter Muskelsubstanz bestehendem konischen Ende.

Beinahe an jeder Muskelfaser, welche wenigstens einzelne Lacunen am Rande zeigt, sieht man an einigen Stellen der Oberfläche glatt aussehende vom Hämatoxylin schwach gefärbte, ovale Figuren. Fig. 4, *l'*. Es sind dies von der Fläche gesehene Lacunen, wovon man sich durch Wälzen der Faser leicht überzeugen kann.

An anderen Stellen trifft man an den Muskelfasern öfters kernähnliche Gebilde, welche ihrer länglich eiförmigen Gestalt wegen, meist leicht von den Zellen der Neubildung zu unterscheiden und Muskelkerne sind. (Fig. 4, *k*.)

Nicht alle Muskelfasern zeigen das körnige Ansehen der contractilen Substanz wie diess in Fig. 4 angedeutet ist. Man findet sehr häufig Fasern, an denen die Querstreifung noch sehr deutlich zu sehen ist, und welche doch schon sowohl am Rande als auch auf der Oberfläche vielfache Lacunen zeigen. Oft ist wieder ein und dieselbe Muskelfaser wie dies schon in Fig. 4. angedeutet ist an einem Theile deutlich quergestreift, während an einem anderen Theile ihr Aussehen körnig ist und hie und da auch vollkommen homogene Stellen zeigt, so dass ein und dieselbe Muskelfaser an verschiedenen Stellen ihres Verlaufes bald aus quergestreifter, bald aus körniger, bald auch homogener Substanz besteht.

In Fig. 5—7 sind Muskelfasern von Zupfpräparaten abgebildet, an denen sowohl das verschiedenartige Aussehen der Substanz, als auch die Gestalt und Ausdehnung der Lacunen zu erkennen ist.

Die eben besprochenen Veränderungen, welche die Substanz der Muskelfaser erleidet, halten aber nach meinen Beobachtungen durchaus nicht gleichen Schritt mit der Lacunenbildung, die an derselben erkennbar ist. Oft zeigt eine von Lacunen schon völlig zernagte Muskelfaser noch deutliche Querstreifung, während eine andere an deren Oberfläche, nur wenige und seichte Lacunen vorhanden sind, nicht mehr quergestreift, sondern körnig oder doch stark verändert erscheint. Fig. 8.

Die schon früher erwähnten auch hier in Fig. 8 deutlich sichtbaren ovalen Figuren (*l'*) auf der Oberfläche der Muskelfasern sind Lacunen. Davon habe ich mich, wie gesagt wurde, durch Wälzen der Fasern unter dem Mikroskope oft überzeugt. Von der Seite gesehen, erscheinen sie als Einbuchtungen. Auch sind sie nie

granulirt, sondern stets glatt und desshalb leicht von Muskelkernen und Diktyomzellen zu unterscheiden. — Wie ich mich oft bei Untersuchung mit sehr starken Vergrösserungen (Hartn. S. XV. O. 3) überzeugen konnte, ist der Grund der Lacunen nicht nur an körnigen und homogenen Muskelfasern, sondern auch an quergestreiften stets glatt und gleichmässig homogen erscheinend, auch grenzt sich jede einzelne Lacune, durch eine schmale stark lichtbrechende Linie von der Umgebung ab, so dass man den Eindruck erhält als sei der Rand der Lacune wallartig erhaben.

Durch Zusammenfliessen mehrerer kleiner, einer einzigen Diktyomzelle entsprechender Lacunen, entstehen grössere buchtige Räume, grosse Lacunen, wie sie in Figur 7 abgebildet erscheinen. Am Grunde solcher grosser Lacunenräume sieht man öfters eine feine netzförmige Zeichnung, welche offenbar den Abdrücken der Zellgrenzen der herausgefallenen Diktyomzellen entspricht. Eine solche Zeichnung findet sich auch manchmal an der Oberfläche der Muskelfasern sowie in Figur 8 bei *n*. Diese rührt offenbar von den der Muskelfaser anliegenden Zellen her, und scheint das erste Stadium der Lacunenbildung darzustellen.

In Bezug auf das Verhalten des Aussehens der Muskelsubstanz bei sehr starker lacunärer Veränderung derselben, muss übrigens bemerkt werden, dass dort, wo die Zellen schon tief in die Muskelfaser eingedrungen sind, diese also schon eine bandartige Form angenommen hat, oder unregelmässig von verschiedenen Seiten her flachgedrückt wurde, die Querstreifung nie mehr zu sehen, meist auch kein körniges Ansehen mehr vorhanden ist, sondern die Faser an solchen Stellen fast immer ein ganz homogenes Aussehen hat.

Was die Länge der einzelnen durch Zerzupfen isolirten Muskelfasern betrifft, so variirt dieselbe sehr bedeutend. Dies zu beurtheilen gelingt, desshalb leicht, weil bei hinreichend guter Maceration sich einzelne längere Fasern der ganzen Länge nach isoliren lassen, ohne dass eine Bruchstelle an einem Ende nachweisbar wäre, welche das isolirte Stück als ein Fragment einer grösseren Faser kennzeichnen würde. (Fig. 4.) Stückchen mit einer oder zwei Bruchstellen, Fragmente, finden sich in jedem Zupfpräparat in grosser Menge; neben diesen findet man aber constant kleine Körper-

chen von verschiedener Grösse, die bald körnig, bald homogen sind, meist deutliche Lacunen zeigen, und überhaupt mit den stark veränderten Muskelfasern in Bezug auf ihr histologisches Verhalten sehr übereinstimmen. Nirgends findet sich an solchen Körperchen eine Bruchstelle. Fig. 9, 10 und 11. — Diese Körperchen sind die Reste von durch die Neubildung zerstörten Muskelfasern. Unzweifelhafte Merkmale bestätigen die Richtigkeit dieser Annahme. Diese Merkmale sind:

1) das Aussehen der Substanz, welche ganz mit dem der stark veränderten grösseren Muskelfasern übereinstimmt. — Grössere solche Reste sind wie schon oben erwähnt, körnig, kleinere homogen.

2) Die Lacunen, welche den kleineren Resten oft ein facettirtes Ansehen verleihen und auch an grösseren Stückchen in grösserer Anzahl vorhanden sind.

3) Haften solchen Muskelfaserresten oft noch Zellen des Diktyoms an.

4) Lassen sich alle möglichen Übergänge von den kleinsten homogenen Resten von Muskelfasern, zu noch Querstreifung zeigenden Muskelstückchen auffinden.

Am häufigsten sind solche Reste der Muskelfasern dann im Präparate zu finden, wenn man eine Stelle des Muskels zum Zerzupfen gewählt hat, wo die Zellwucherung schon bedeutend über die noch erhaltenen Muskelfasern überwiegt. — Durch einen zur Orientirung früher angelegten Querschnitt konnte ich solche Stellen leicht erkennen und mir überhaupt eine beschränkte, eng umgrenzte Partie des Muskels auswählen, welche ich dann isolirt der Maceration unterwarf. Ich richtete dabei selbstverständlich mein Augenmerk darauf, dass eine zufällige Beimengung fremder Gewebsbestandtheile vermieden wurde. — Hier muss ich erwähnen, dass man auf dem Querschnitte ausser den früher erwähnten körnig und dunkel aussehenden Muskelfaserquerschnitten auch homogene von buchtigen Contouren begrenzte Figuren sieht. Ob diess Querschnitte von solchen eben beschriebenen Muskelfaserresten oder von homogenen Stellen längerer, stark veränderter Muskelfasern sind, lässt sich natürlich nicht entscheiden.

Was das Sarcolemma der Muskelfasern betrifft, so konnte ich dasselbe an wenig veränderten Muskelfasern stets noch nach-

weisen; Fasern aber, welche schon viele und tiefe Lacunen zeigen, lassen an den durch lacunäre Einschmelzung stark veränderten Stellen kein Sarcolemma mehr erkennen. So findet man oft an Muskelfasern, welche theilweise noch unverändert, theilweise aber schon stark lacunär verändert sind, an ersteren Stellen häufig das Sarcolemma von der contractilen Substanz abgehoben, nie aber reicht diese Abhebung in die erkrankte Partie der Muskelfaser hinein. Nach diesen Befunden bin ich genöthigt, anzunehmen, dass das Sarcolemma im Verlaufe des Fortschreitens der Neubildung zu Grunde geht, oder mit dem Reste der Muskelfasersubstanz zu einer Masse verschmilzt. Nur ein Fall ist noch zu berücksichtigen welcher andeutet, dass das Sarcolemma auch an einer anscheinend schon stark veränderten Faser noch erhalten sein kann. Wenn nämlich, wie ich schon früher erwähnt habe, die Zellen der Neubildung von einem Punkte her in eine sonst noch ziemlich wohl erhaltene Faser eindringen und in der Richtung der Längenachse derselben nach auf- oder abwärts fortwuchern. Es können dann am Querschnitte Lücken in der Substanz der Muskelfaser erscheinen und das Sarcolemma kann Aussen noch erhalten sein.

Was die von vielen Seiten [1] angenommene Betheiligung der Muskelkerne beim Zellwucherungsprocesse betrifft, so kann ich für meinen Fall eine irgendwie beträchtliche Mitwirkung der Muskelkerne an der Bildung von Zellen der Neubildung mit Sicherheit ausschliessen. Ich fand allerdings an Muskelfasern, welche eine nur mässige oder noch gar keine lacunäre Veränderung erlitten hatten, Bilder welche auf Theilung der Muskelkerne hindeuteten. (Fig. 5 *k*.) An stark veränderten Fasern aber, an denen man, für den Fall als die Muskelkerne an der Zellproliferation betheiligt wären, die meisten solcher Theilungsbilder hätte erwarten sollen, fand ich stets gut erhaltene, ihrer histologischen Structur nach leicht von den Zellen der Neubildung zu unterscheidende, einfache Muskelkerne (Fig. 6 *k*). Ja selbst an den kleinsten Resten konnte ich in einzelnen Fällen deutliche, einfache, nicht auf Proliferation hinweisende Bilder von Muskelkernen erkennen. Die Stelle des Kernes scheint eben consistenter zu sein, und dem Drucke der von

---

[1] C. O. Weber, Virch. Arch.; 39. Bd. Waldeyr, Virch. Arch. 34. Bd.; Sokolow, l. c.

Aussen her andringenden Zellen der Neubildung länger zu widerstehen, als andere kernlose Stellen der Muskelfaser. Die Unterscheidung der länglichen mit Blauholz sich in der Regel weniger färbende Kerne der Muskelfasern und des Sarcolemmas, von den unregelmässig polygonalen oft Druckflächen zeigenden Zellen des Diktyoms, gelingt meist ganz leicht.

In diesem Punkte differiren die Beobachtungen Sokolow's und die meinigen, da Sokolow[1] den Muskelkernen und denen des Sarcolemmas, eine wenn auch secundäre, so doch regelmässige Betheiligung, bei der Zellenbildung des Spindelzellensarcoms zuschreibt. Möglicherweise beruht dieser Unterschied in den Beobachtungen auf der Verschiedenheit der untersuchten Objecte. Für meinen Fall muss ich aber hervorheben, dass ich die schon erwähnten in der Umgebung des Geschwulstheerdes an einzelnen, nahezu unveränderten Muskelfasern beobachteten Theilungsbilder von Muskelkernen, nicht als einen Übergang derselben in Diktyomzellen, sondern nur als einen Zustand des erhöhten Stoffwechsels oder der Reizung aufzufassen vermag. Gegen ersteren Umstand sprechen die an stark veränderten Muskelfasern so häufig gefundenen unveränderten Muskelkerne.

Es kann sich bei dem besprochenen Vorgange eben nur um die Grösse der Wachsthumsenergie der Muskelfasern und der der Diktyomzellen handeln. Dass letztere schliesslich über erstere überwiegt, ist einleuchtend. Es bleibt also hier nur die Frage zu entscheiden, ob die normale Energie des Wachsthums der Muskelfasern im Beginne der Diktyombildung, vielleicht noch vor der Bildung von Neubildungszellen etwa durch vermehrten Blutzufluss erhöht wird. Eine Frage, welche höchst wahrscheinlich bejahend zu beantworten ist. Doch folgt daraus niemals, dass sich desshalb die Muskelkerne in Diktyomzellen umwandeln müssen, denn mit dem Auftreten der Diktyomzellen im Bindegewebe wird offenbar die Zufuhr von Nährmateriale zu den Muskelfasern erschwert werden müssen, wodurch dann diese eine regressive Metamorphose einzugehen genöthigt sind.

Eine Beobachtung Sokolow's ist aber für vorliegende Arbeit von Wichtigkeit. Es schreibt nämlich dieser der quergestreiften Substanz selbst, exclusive der Muskelkerne, eine passive Rolle

[1] L. c. p. 367—368.

zu, da er von einzelnen Fällen spricht, in welchen die Muskelsubstanz, wahrscheinlich in Folge des auf dieselbe von Seiten der wachsenden Geschwulst ausgeübten Druckes, Usuren darbiete; an den Rändern seien die Fasern gezahnt. Auch an der Oberfläche hat er solche Usuren gesehen. [1] Sokolow hat also offenbar auch Lacunenbildung beobachtet und es ist demnach erlaubt zu schliessen, dass auch beim Spindelzellsarcom ein ähnlicher Vorgang der Usur der Muskelsubstanz stattfinde, wie beim kleinzelligen Diktyom.

Nach dem Mitgetheilten lassen sich die Resultate meiner Beobachtungen in Folgendem zusammenfassen:

1. Beim kleinzelligen Diktyom der quergestreiften Muskeln, beginnt der Wucherungsprocess im interstitiellen Bindegewebe und verbreitet sich auf dieser Bahn weiter.

2. Im Verlaufe des Wachsthums der Neubildung verdrängt die Wucherung der Diktyomzellen die Muskelsubstanz, welche sich vollkommen passiv verhält und durch einen Process zu Grunde geht, welcher mit dem der normalen und pathologischen Resorption des Knochens grosse Ähnlichkeit hat. Volkmann [2] hat desshalb vorgeschlagen, auch für den Muskel die Bezeichnung der lacunären Usur oder Einschmelzung anzunehmen.

3. Die Kerne der Muskelfasern sind an der Bildung von Diktyomzellen nicht betheiligt.

Wie ich schon Eingangs erwähnt habe, untersuchte ich ausser Muskeln auch eine Reihe von anderen Organen, in derselben Richtung, weil die Vermuthung nahe lag, dass auch hier ein ähnlicher Process der Usur einzelner normaler Organbestandtheile stattfinde. In einem Falle von kleinzelligem Diktyom der Leber, habe ich in der That ein ähnliches Verhalten der Leberzellen gefunden.

---

[1] L. c. p. 346—347.

[2] L. c. p. 547.

Die Leberzellen, welche durch in ihrem Inneren angehäuftes bräunliches, körniges Pigment von den Diktyomzellen leicht unterscheidbar waren, zeigten einen angenagten, buchtigen Contour und waren oft durch eigenthümliche Stellung ihres Kernes ausgezeichnet. Diese Beobachtungen, sowie andere Versuche über Inplantation von frischen Diktyomen in die Musculatur von Kaninchen konnte ich nicht vollenden, da ich zur Armee nach Bosnien einberufen wurde. Bei einer anderen Gelegenheit werde ich diese Untersuchungen, welche ich fortzusetzen gedenke, veröffentlichen.

Schliesslich erfülle ich die angenehme Pflicht, Herrn Prof. Heschl, welcher mich in seinem Institute auf das Freundlichste aufnahm und das Materiale mir in reichlichstem Masse zur Verfügung stellte, meinen innigsten Dank hiefür auszusprechen.

Erklärung der Abbildungen.

Fig. 1. Querschnitt eines durch ein kleinzelliges Diktyom veränderten Muskels. In Müller's Flüssigkeit gehärtet. Mit Hämatoxylin tingirt. Hart. O. VII. Oc. 3. Zeichenprisma.

Die Bedeutung der Buchstaben ist in allen Figuren die gleiche.

m. unveränderte Muskelfaserquerschnitte.

m_1 veränderte Muskelfaserquerschnitte.

z Zellen der Neubildung.

r stützendes Reticulum der Neubildung.

b Blutkörperchen.

g Gefässquerschnitt in einem von den Zellen der Neubildung völlig infiltrirten Bindegewebszug, welcher das Präparat von links unten angefangen in diagonaler Richtung nach oben durchsetzt. — Bei *A* und nach unten zu überwiegt die Neubildung über die noch erhaltene Muskelmasse bedeutend, während im linken Theile der Zeichnung das umgekehrte Verhältniss zu erkennen ist.

Fig. 2. Aus einem ebenso veränderten Muskel. Gundl. Im. VII. O. 1.

l Lacunen.

„ 3. *A—F.* Aus einem ebenso veränderten Muskel. Zupfpräparat eines Querschnittes. Gundl. Im. VII. O. 1.

B am wenigsten verändert.

f Facetten.

„ 4. In sehr verdünnter Müll. Flüssigkeit isolirte Faser. l^1 Lacunen von der Fläche gesehen; *k* Kern der Muskelfaser; bei *a* Andeutung einer Querstreifung; *h* homogenes Ende der Faser.

Fig. 5. In verdünnter Müll. Flüssigkeit macerirte und isolirte Faser. Theilweise Querstreifung, theilweise körniges, theils auch homogenes Ansehen der Substanz zeigend. Bei *k* 3 Zellkerne, vielleicht durch Theilung eines Muskelkernes entstanden. Ich konnte durch Wälzen mir nicht die sichere Überzeugung verschaffen, dass diese Kerne von Aussen anliegen.

„ 6. Körnig veränderte Muskelfaser mit einzelnen Fetttröpfchen im Innern der contractilen Substanz. Bei *k* ein deutlich erhaltener Muskelkern.

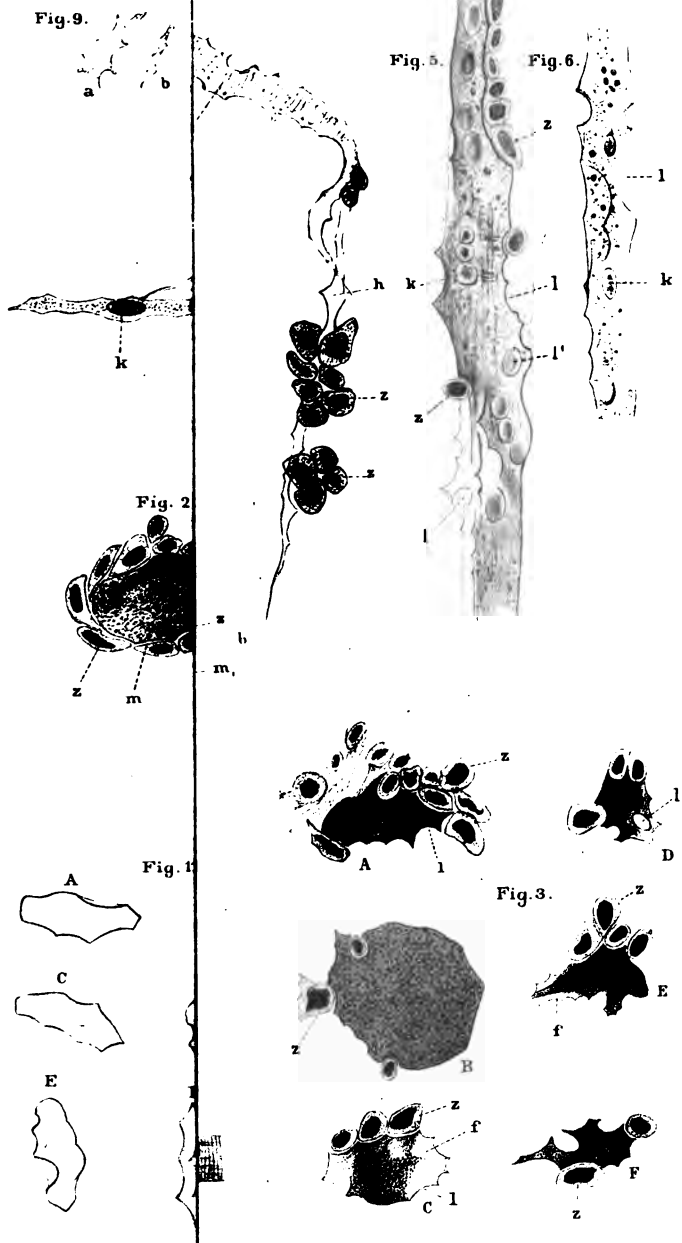
„ 7. Eine isolirte Faser, die theilweise noch deutlich Querstreifung zeigt und in der Mitte durch zwei grosse Lacunen bis auf eine schmale Scheidewand zwischen dieser, angenagt ist.

„ 8. Durch Lacunenbildung verhältnissmässig wenig veränderte Faser, deren Substanz schon stark verändert ist. Bei *n* eine netzförmige Zeichnung.

„ 9. *a. b.* Ein Muskelfaserrestchen von körniger Structur. *a* von der Fläche; *b* von der Seite.

„ 10. Grösseres Muskelfaserrestchen ebenfalls körnig, mit einer Lacune *l* von der Fläche gesehen.

„ 11. *A.—F.* Ein Muskelfaserrestchen aus homogener Substanz bestehend in sechs verschiedenen Stellungen gezeichnet.



Gez.v.Verf. lith.v.F.J.R

K.k.Hof-u.Staatsdruckerei

Die Musculatur der Extremitäten des Orang als Grundlage einer vergleichend-myologischen Untersuchung.

Von Prof. C. **Langer**,
wirklichem Mitgliede der kaiserlichen Akademie der Wissenschaften.

(Mit 2 Tafeln.)

Die Veranlassung für diese Untersuchung bot die Acquisition der Leiche eines jungen, weiblichen Orangs, welche mir von Seite des zoologischen k. k. Hofmuseums mit grösster Bereitwilligkeit zur Verfügung gestellt wurde. Was mich dabei insbesondere interessirte, war die Musculatur der Extremitäten, worüber allerdings schon wiederholte und werthvolle Publicationen vorliegen, bei denen man aber, wenn nicht gerade ausschliesslich doch hauptsächlich die Fundergebnisse über Vorkommen und Ansätze der einzelnen Muskeln beachtete; und doch dürfte es bei vergleichenden myologischen Untersuchungen wichtig sein, nicht bloss die topographischen Verhältnisse der Muskeln, sondern auch ihre Gruppirung, ihr Zusammenwirken auf die einzelnen Gelenke und die ganzen Extremitäten, also ihre functionelle Bedeutung schärfer ins Auge zu fassen, und damit im Zusammenhange auch ihre Massenverhältnisse zu berücksichtigen. Auch ist mir nicht bekannt, dass bei vergleichend-myologischen Untersuchungen auf das Verhalten der ein- und zwei-, beziehungsweise mehrgelenkigen Muskeln hingewiesen worden wäre und doch scheinen sich gerade wieder in dem Vorkommen oder Absein der eingelenkigen Muskeln, in der Abschwächung oder Verstärkung der zweigelenkigen Fleischportionen unverkennbare, für die Gebrauchsweise der Glieder sehr bezeichnende Unterschiede herausstellen zu wollen.

Von diesen Gesichtspunkten ausgehend, suchte ich vorerst die Unterschiede in der Organisation des Orang von der des Menschen hervorzuheben, musste aber, da der Orang doch immer nur ein Zwischenglied in der Reihe zu den Quadrupeden aufwärts darstellt, auch die Musculatur eines oder des anderen Quadrupeden in die Untersuchung einbeziehen, und wählte dazu den Hund, berücksichtigte aber auch das Kaninchen und das Pferd.

Bei der Revision der Musculatur des Orang stützte ich mich auf die Tafeln von Cuvier-Laurillard[1] über den Orang, das Werk von Vrolik[2] über den Schimpanse, die Abhandlung von Duvernoy[3] über den Gorilla und die Abhandlung von Bischoff:[4] „Beiträge zur Anatomie des *Hylobates leuciscus*".

Vorerst will ich als Nachlese zu den bisher bekannt gewordenen Beobachtungen betreffend die Anlage der Extremitätsmuskeln des Orang, ganz kurz über die eigenen Wahrnehmungen berichten, werde aber nur solche Befunde verzeichnen, welche geeignet sind, bereits vorliegende fremde Angaben zu rectificiren, auch manche Beschreibungen zu ergänzen und werde jene Eigenthümlichkeiten hervorheben, auf welche ich mich später zu beziehen gedenke. Dabei behalte ich immer im Auge, dass es auch beim Orang, wie beim Menschen Varietäten geben mag, woraus sich vielleicht manche Abweichungen in den Angaben verschiedener Autoren erklären liessen, vorausgesetzt, dass sie nicht gerade typische Verhältnisse betreffen.

An der oberen Extremität fällt vor Allem die Kürze der Fleischfasern des *Levator scapulae* und des vom Kopfe und Halse absteigenden Theiles des Trapezius auf, wodurch offenbar der Hochstand des Schultergürtels bedingt wird. Es gelang auch nicht, die Schulter bis in das Niveau des Sternums herabzuziehen, es betrug die Minimaldifferenz der Höhe beider bei diesem jungen Thiere immer noch 4 Ctm. Daraus erklärt sich die gerade bei den Anthropoiden so auffällige Verkürzung des Halses und Nackens; der Kopf ist wie eingezogen, sitzt fast auf den

[1] Recueil de Planches de Myologie, 1850—1856. Orang-Heft.

[2] Recherches d'anat. comp. sur le Chimpance. 1841.

[3] Des charactères anat. des grands singes. Annales du Museum d'hist. nat. T. VIII. 1855—56.

[4] Abhandlungen der k. bayer. Akad. d. W. II. Cl. X. Bd. 187†.

Schultern, von denen er sich nur durch eine scharfe Einziehung scheidet, ganz ohne jenen die Gestalt des Menschen so sehr zierenden allmäligen Übergang, welcher in dem leicht geschwungenen Nacken-Schulter-Contour zum Ausdrucke kommt. Damit dürfte wohl auch die Schiefstellung der Scapula und vielleicht auch ihre schiefwinkelige Contourirung in Verbindung zu bringen sein.

Erwähnen will ich die von Bischoff als *Latissimo-condyloideus* bezeichnete, vom Latissimus abzweigende Muskelportion, welche bei allen Affen vorkommt und einigermassen an die Verbindung der Latissimus-Sehne mit dem *Anconeus longus* beim Menschen erinnert. Erwähnt sei auch das Übergreifen der fleischigen Ursprünge des *Supinator longus* nicht blos palmarwärts auch dorsalwärts auf die *Fascia antibrachii*, in Folge dessen die Sehnen der beiden *Radiales externi* erst durch eine Lücke unter den untersten querliegenden Fasern des Supinator hervortreten können. Gleichwie dieser Muskel, so verstärkt sich auch der *Radialis int.* durch Fleischfasern, deren Ursprünge sich wie beim Gorilla bis an das untere Viertel des Radius erstrecken.

Beachtenswerth scheint mir der Umstand, dass der *Pronator teres* beim Orang gleich unter der Grenze des ersten Drittels des Radius sich anheftet und nicht wie beim Menschen selbst über die halbe Länge dieses Knochens herabreicht, und dass in Folge dessen auch der *Supinator brevis*, welcher sich ober dem Ansatze des Pronator anheftet, verkürzt erscheint.

Aus diesem Ansatzverhältnisse lässt sich bereits erkennen, dass die bei dem Orang im Verhältnisse zum Humerus viel längeren Vorderarmknochen nicht in allen Theilabschnitten ihrer Länge gleichmässig vergrössert sind, dass im Vergleiche mit den entsprechenden Knochen des Menschen das Mehr der Länge nur die unteren Partien des Knochens beistellen. Es ergibt sich dies auch aus den inneren Proportionen des Radius, vorerst aus der Lage der *Tuberositas radii*, des Ansatzes der Sehne des *M. biceps*. Die zwei Abschnitte, in welche der Knochen durch das untere Ende der *Tuberositas radii* getheilt wird, messen nämlich:

beim Manne ..... = 4·3 und 18·4 Ctm.
bei einem ausgewachsenen männl. Orang.. = 5·8 „ 31·8 „

Es verhalten sich also die beiden Theile des Radius zu einander

beim Manne = 1 : 4·28
„ Orang = 1 : 5·48.

Noch ersichtlicher wird der Unterschied, wenn der Knochen nach der Insertion des Pronator getheilt wird; das Mass der beiden Abschnitte beträgt dann

bei einem vierjährigen Mädchen 7·1 Ctm. und 6·0 Ctm.
bei dem jungen Orang aber....8·7 „ „ 12·8 „

Im ersten Falle ist daher die obere Hälfte länger als die untere, im zweiten ist umgekehrt die untere Hälfte die bei weitem längere.

An dem *Flexor comm. digitorum sublimis* finde ich darin eine Abweichung von der Anordnung desselben beim Menschen, dass die Fleischportion desselben, welche die Sehne für den fünften Finger abgibt, auch ulnarwärts und zwar an dem die Fingerbeuger von dem *Ulnaris internus* abgrenzenden Fascienblatt haftet, so dass der gemeinsame Fleischkörper vollends den Fleischkörper des tiefen *Flexor dig. comm.* bedeckt, was beim Menschen nicht der Fall ist, und er ohne Lostrennung der bezeichneten Portion nicht blosgelegt werden kann. Auch beim Orang ist die Sehne des fünften Fingers die dünnste.

Betreffend den *Flexor dig. comm. profundus* ist bekannt, dass die am Radius fixirte, von dem gemeinschaftlichen Fleischkörper isolirbare Partie eigentlich den *Flexor pollicis longus* des Menschen vertritt, obgleich die Sehne derselben nicht zum Pollex, sondern zum Index geht. Es ist dies also ein Fall, wo ein Fleischkörper, welcher mit dem beim Menschen vorkommenden ganz identisch ist, auf ein anderes Glied herüber gelenkt wird und zwar bedeutungsvoll vom Daumen weg zum Zeigefinger. Als vermittelndes Glied dieser Ablenkung könnte ein, gelegentlich beim Menschen vorkommender kleiner Muskel betrachtet werden, welcher gerade unter dem Ansatze *Pronator teres* vom Radius abkommt, aufliegend auf dem *Flexor pollicis longus* und ange-

[1] Duvernoy sagt, dass der oberflächliche Fingerbeuger sich nicht am Radius anhefte.

reiht an das letzte Radialbündel des *Flexor digitorum comm. sublimis*, woraus die Sehne für den Mittelfinger entsteht. Die Sehne dieses kleinen überzähligen Muskels verbindet sich aber nicht mit der benachbarten Sehne des tiefen Beugers für den Mittelfinger, sondern legt sich an die aus dem *Flexor comm. sublimis* entstehende Sehne für den Zeigefinger an. Das Muskelchen hat also gemeinsamen Ursprung mit dem *Flexor longus pollicis*, schickt aber seine Sehne an den Zeigefinger.

Einen in dieser Hinsicht noch interessanteren Fall hat Eilh. Schulze[1] als Muskelvarietät beim Menschen beschrieben, wo ein beträchtlicher Sehnenstrang aus der Sehne des *Flexor pollicis longus* zur Zeigefinger-Sehne des *Flexor digit. comm. profundus* übergetreten ist.

Dem *Flexor comm. profundus* des Menschen entspricht also nur das an der *Ulna* und am *Ligamentum interosseum* haftende Fleisch, welches die Sehnen für den dritten, vierten und fünften Finger besorgt, die stärksten Sehnen sind die für den Zeige- und Mittelfinger.

Von den bei anderen Affen vorkommenden *Musculi contrahentes digitorum* ist, wie auch Bischoff gezeigt hat, beim jungen Orang nichts vorhanden; es finden sich nur Verstärkungen der die *Interossei* bedeckenden *Fascia palmaris profunda*. Wie ich gesehen, bezeichnen diese Verstärkungen die Ansatzstellen von aponeurotischen Blättern, welche von der *Fascia palmaris superf.* abgehend, zwischen die Pakete der Beugesehnen eingreifen und röhrenförmige Abzweigungen der gemeinsamen, unter dem *Ligamentum carpi transversum* befindlichen Sehnenscheide begrenzen. Jene dieser Blätter, welche die Sehnen des fünften und vierten Fingers einscheiden, und vom Haken des Hakenbeins ausgehen, sind besonders stark und bilden für diese Sehnen feste *Retinacula tendinum* (Fig. 1), welche im Bereiche der Mittelhand dieselben noch einmal an die Unterlage heften. An den Sehnen für den zweiten und dritten Finger sind diese Dissepimente sehr dünn. Von diesen Haftbändern der zwei letzten Sehnen findet sich beim Menschen nichts vor, da sich von Scheidewänden zwischen den Sehnenpaketen innerhalb der Mittelhand kaum Spuren nach-

[1] Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie. XVII. Band, p. 20.

weisen lassen. Vielleicht wird durch diese bis auf die Mittelhand vorgeschobenen Haftbänder die passive Spannung der Beugesehnen vergrössert, welche stets eintritt, wenn die Hand in Dorsalflexion gebracht wird; es wäre dies gewiss ein Vortheil für ein Greiforgan.

Von den zwei Sehnen des *Abductor pollicis longus* geht die stärkere an das Trapezbein, nicht wie beim Menschen zum Daumen; der Muskel gestaltet sich also vorzugsweise zu einem Handgelenkmuskel; dass der *Extensor pollicis brevis* fehlt, den *Extensor pollicis longus* sehr schwach ist, sich aber sonst wie beim Menschen verhält, ist bekannt.

Betreffend die Fleischansätze und die Abgabe der Sehnen der Fingerstrecker, besteht nur darin ein Unterschied vom Menschen, dass sowohl der *Extensor digiti minimi*, als auch der *Extensor digiti indicis* zwei Sehnen abgeben, deren je eine für den benachbarten Finger bestimmt ist. Alle vier dreigliederigen Finger haben daher jeder zwei Sehnen. Sämmtliche Sehnen des *Extensor communis* sind wie beim Menschen auf dem Handrücken mit einander vereinigt, aber blos häutig, ohne Verbindungen durch eigentliche Abzweigungen der Sehnenstränge. Auch die Streckaponeurosen auf den Grundphalangen sind wie beim Menschen gebildet, ein Unterschied besteht nur darin, dass diese Aponeurosen durch eigene Interdigital-Membranen (Fig. 2) unter einander verbunden sind, welche mindestens die ersten Viertheile der Grundphalangen überlagern und sie unter einander so verknüpfen, dass die Finger kaum mehr einzeln, unabhängig von den anderen, sei es beugend oder streckend, oder auch in der Abduction bewegt werden können. Nur bei Duvernoy finde ich diese dorsalen Ligamente erwähnt. Sie fehlen beim Menschen gänzlich, in Folge dessen sind seine Finger auch dorsalwärts bis an das Grundgelenk frei, und das einzige Hinderniss der vollen freien Fingerbeweglichkeit, insbesondere der drei letzten Finger, liegt in der Verbindung, welche die Strecksehne des vierten Fingers an die des dritten und fünften Fingers knüpft. Die Sehnen der Lumbrical- und Zwischenknochenmuskeln gelangen beim Orang unter diesen Interdigital-Membranen an die Dorsal-Aponeurosen. Aus der Anwesenheit dieser Interdigital-Membranen erklärt sich auch der Umstand, dass in die Haut der

Mittelhand mehr von den Grundphalangen einbezogen ist als beim Menschen, und dass in Folge dessen die Finger beim Orang kürzer erscheinen, als man bei der Länge ihrer Knochen vermuthen sollte.

Die Musculatur des Thenar (Fig. 1), welche, verglichen mit jener des Menschen, ausserordentlich mager ist, stellt im Ganzen genommen einen Fleischfächer vor, dessen Basis sich vom radialen Ansatze des *Ligmentum transversum carpi* (vom Mond- und Trapezbein) in die Tiefe der Palma herabzieht und sich längs dem Metacarpus III bis an dessen Capitulum erstreckt. Der ganze Muskelcomplex lässt sich in zwei Portionen zerlegen, in eine am Carpus fixirte, äusserlich zu Tage tretende und eine an der tiefen *Fascia palmaris* haftende, von den Beugesehnen überlagerte Portion. Zwischen beiden befindet sich eine furchenartige Einsenkung, welche beim Menschen die Sehne des *Flexor pollicis longus* aufnimmt.

In der ersteren befindet sich ein randständiger, gerundeter Muskel, der sich äusserlich an der Basis der Grundphalange anheftet und dem *Abductor pollicis brevis* des Menschen entspricht (Fig. 1 *a*). Er bedeckt den gleichfalls vorhandenen, am Metacarpus endigenden Opponens. Ein dritter, gleichfalls gerundeter Fleischkörper dieser Portion in Fig. 1 mit *b* bezeichnet, heftet sich palmarwärts an der Basis der Grundphalange an, ist somit sicher ein Beuger des Metacarpophalangealgelenkes (entspricht dem tiefen Kopfe des *Abductor pollicis* nach Henle's Nomenclatur, und dem lateralen Kopfe des *Flexor brevis* nach Bischoff).

An der zweiten, im Bereiche der Mittelhand entstehenden Portion lassen sich drei Unterabtheilungen unterscheiden. Die der Handwurzel zunächst liegende (Fig. 1 *c*) geht in eine schmale Sehne aus, welche sich erst an der zweiten Phalange anheftet; sie stellt also einen eigenthümlichen Flexor des Daumens dar, welcher den dem Orang fehlenden *Flexor pollicis longus* des Menschen mehr vertritt als wirklich ersetzt. Bischoff erwähnt diese Sehne gar nicht, obgleich sie aus jenem Fleischbündel hervorkommt, welches er, vereint mit dem folgenden, als medialen Kopf des *Flexor pollicis brevis* bezeichnet; auch finde ich sie in den von Laurillard publicirten Cuvier'schen Tafeln nicht abgebildet. Bemerkenswerth ist noch, dass diese zur zweiten

Phalange gehende Sehne während ihres Verlaufes über die Grundphalange daselbst von einem aus gekreuzten Fasern bestehenden Retinaculum festgehalten wird.

Broca[1] hat daher ganz recht, wenn er sagt, dass die beim Orang fehlende Sehne eines langen Daumenbeugers ersetzt werde durch einen Muskel des Thenar (er sagt des *Adductor pollicis*). Es ist dies in der That die einzige Sehne, vermöge welcher auch das Endglied des Daumens im Interphalangealgelenke gebeugt werden kann.

Eine zweite Unterabtheilung ist mit der erst beschriebenen anfangs vereint, und nachdem sich aus dieser die längere Sehne entwickelt hat, sondert sie sich von derselben, um sich schliesslich an der Basis der Grundphalange anzuheften; sie würde also eigentlich den medialen Kopf des *Flexor brevis pollicis* im Sinne Bischoff's darstellen.

Die dritte Unterabtheilung entspricht dem von Bischoff als *Adductor pollicis* bezeichneten Muskel (Fig. 1 *e*). Er bezieht zum grössten Theile seine Fasern von dem Metacarpus III, ein Bündel aber auch direct vom Metacarpus II. In seinem Verlaufe zum Daumen wird er palmarwärts von den Sehnenbündeln der Beuger überschritten und wenn man ihn von der Dorsalseite aus präparirt, findet man, dass er nicht eigentlich zu der Grundphalange geht, sondern dass er seine bis ans Ende parallel verlaufenden Bündel zum grössten Theile wenigstens an den Metacarpus sendet und desshalb einen zweiten Opponens vorstellt, zum kleineren Theile aber, nämlich mit den untersten Bündeln des Fächers, insbesondere mit den vom Metacarpus II kommenden in die Streckaponeurose des Daumens eingeht, so dass er mit diesen Bündeln, wie ein Lumbricalis oder mancher Interosseus auch als Strecker auf die Phalangen wirkt.

Dieses Eingehen eines Theiles der Fasern des Adductor in die Streckaponeurose, zeigt deutlich, dass mit Ausnahme des eigentlichen *Opponens pollicis* und des *Opponens digiti minimi* alle die Muskeln des Thenar und Antithenar nur Modificationen sind der Interossei,[2] welche ja insgesammt auch Beuger der

[1] Bulletins de la Société d'anthropologie T. IV, 1869, pag. 320.

[2] Vide mein Lehrbuch der Anatomie.

Metacarpo-phalangeal-Gelenke sind und theilweise in die Streckaponeurose eingehen.

Wenn nun auch jeder der dreigliederigen Finger des Orang zwei Beugesehnen und dazu auch die Nebenmuskeln, Lumbricales, Interossei als Beuger des Grundgelenkes besitzt, der Index, sogar einen kräftigen eigenen Beuger, und wenn auch die Vertheilung der Strecksehnen im Wesentlichen dieselbe ist wie beim Menschen, so ist doch die selbstständige Verwendung der einzelnen Finger, selbst die des Zeigefingers, welcher beim Menschen am meisten unabhängig von den anderen bewegt werden kann, doch mehr als beim Menschen beeinträchtigt und zwar gerade durch den bis auf die Grundphalangen reichenden Verband der Streckaponeurosen, in Folge dessen jeder Beuge- oder Streckversuch alsbald von einem Finger auf die benachbarten dann auch auf die weiter abliegenden übergreifen muss.

Was die Hand dadurch beim Orang an Fingerfertigkeit eingebüsst hat, hat sie andererseits an Volubilität im Handgelenke gewonnen; sie lässt sich bei weitem mehr, insbesondere dorsalwärts und ulnarwärts flectiren, wodurch es dem Thiere ermöglicht ist, Äste, über die es hinweggeht auch mit vollständig pronirter Hand von aussen her zu umgreifen, wobei die starke Dorsalflexion des Handgelenkes dabei die Spannung der Fingerbeuger steigert. Bezüglich auf diese passive Spannung scheinen, wie gesagt, die in Fig. 1. f. abgebildeten Retinacula der Sehnen des fünften und vierten Fingers nicht ohne Bedeutung zu sein. Die Erweiterung der Ulnarflexion im Handgelenke wird dadurch herbeigeführt, dass das Triquetrum gar keinen Antheil nimmt an der Bildung der oberen Gelenksfläche der ersten Carpusreihe, was zwar beim Menschen mitunter auch vorkommt, doch ist die Anlagerung des Knochens an das Lunatum beim Orang anders, indem er sich nicht neben dasselbe, sondern unter demselben anschliesst, wodurch die Handwurzel gerade nach der Ulnarseite zu sehr schmal wird.

Beachtenswerth sind auch die stark vortretenden *Eminentiae carpi*, weil dadurch die *Flexores carpi* günstigere Angriffspunkte gewinnen, der Ulnaris, gleichwie auch der Radialis, dessen Sehne eingelagert in eine feste Sehnenscheide, dicht an dem Höcker des Naviculare vorbeizieht.

Die Hüftmuskeln des Menschen sind bekanntlich auch beim Orang vertreten, sogar durch einen *Musculus scansorius* anscheinend vermehrt. Bekannt ist auch, dass der sonst fleischarme *Gluteus maximus* bis zur Mitte des Femur herabreicht und dass sich an seine untersten Fasern unmittelbar ein vom Tuber entstehender Fleischkörper anschliesst, dessen Fasern gleichfalls am Femur haften und zwar in derselben bis zum Knie reichenden Linie, innerhalb welcher sich oben die Gluteusfasern ansetzen. Der folgende Theil der Fasern dieses hinzutretenden Fleischkörpers überlagert mit einer Aponeurose die Streckseite des Knies und der Rest derselben überschreitet das Kniegelenk, um am Unterschenkel, und zwar wieder aponeurotisch in die *Fascia cruris* zu übergehen.

Der Ursprung dieses ganzen Fleischkörpers am Tuber charakterisirt ihn als den langen Kopf des *Biceps femoris*, der somit mächtiger geworden auch zum Femur Portionen absendet und gewissermassen den Gluteus fortsetzt. In diesem Sinne hat auch Cuvier diesen Muskel aufgefasst, während Vrolik und Duvernoy die obere auch beim Schimpanse und Gorilla vorkommende Portion des *Biceps* noch zum *Gluteus* rechnen und erst die ans Knie gelangenden Fasern als langen Kopf des Biceps verzeichnen. Der Biceps wird sonach zum Auswärtsroller und Strecker des Hüftgelenkes. Letztere Function besitzt er wohl auch beim Menschen, bezüglich der ersteren wird er beim Orang zu einem Synergisten der Adductoren.

Gleich hier sei erwähnt, dass die *Fascia lata* des Orang keine solche Verstärkung besitzt, wie beim Menschen, dass auch das *Ligamentum iliofemorale* an der Hüftgelenkkapsel fehlt, zwei Einrichtungen, welche mit dem aufrechten Stande und Gange des Menschen in innige Beziehung zu bringen sind. Auch der Mangel des *Ligamentum teres* sei hier constatirt, obgleich sich Andeutungen desselben vorfinden. Es ist nämlich der untere, der *Incisura acetabuli* entsprechende Rand der Gelenkfläche des Kopfes eingeschnitten, und es sitzt auf dieser nicht überknorpelten Partie des *Caput fem.* ein Fettlappen, welcher eine Art Rudiment des *Ligamentum teres* darstellt. Bemerkenswerth ist auch noch die grosse Ausdehnung der Gelenkfläche. Diese erstreckt sich nämlich, wie ich an dem Skelette eines ausgewachsenen Orang-Männchens sehe, allenthalben

weiter als beim Menschen, insbesondere aber nach vorne, also beugewärts, so dass dieselbe viel mehr als blos eine Halbkugel darstellt. Daraus ergibt sich ein vergleichsweise mit dem Menschen grösserer Bewegungsumfang des Hüftgelenkes, welches auch noch durch die ganz auffällige Einschnürung des Collum gesteigert wird.

Der *Quadratus fem.* ist beim Orang kaum vom *Adductor magnus* geschieden, er lässt sich daher ganz naturgemäss der Adductoren-Gruppe einordnen.

Anlangend das untere Ende des *Biceps fem.* muss hervorgehoben werden, dass nur der kurze Kopf sich am Capitulum der Fibula, aber auch an diesem Knochen entlang noch eine Strecke weit aponeurotisch anheftet. Der lange Kopf ist vom kurzen ganz geschieden, und wird unterhalb seines fleischigen Ansatzes am Femur aponeurotisch. Mit dieser Aponeurose betheiligt er sich vorerst an der Bildung der das Knie streckwärts einhüllenden fibrösen Kappe und schickt erst seine untersten längsten Fasern an der Seite des Knies vorbei zum Unterschenkel, wo er gleichfalls wieder aponeurotisch wird, mit der Fascia des Unterschenkels sich vereinigt und mittelst des zwischen die Wadenbeinmuskeln und die Zehenbeuger eindringenden Fascien-Dissepimentes eine lange Strecke weit an der Fibula entlang sich anheftet.

Überblickt man den *Biceps fem.* im Ganzen, so ist nicht zu verkennen, dass er noch theilweise jene Anlage besitzt, wie bei den Quadrupeden, wo er als Strecker aller drei Gelenke der Extremität, einen mächtigen Sprungmuskel darstellt; nur von der Achilles-Sehne hat er sich beim Orang losgelöst, stellt aber immer noch einen ganz wirksamen Repräsentanten dieses Sprungmuskels dar.

Auch der Sartorius und Semitendinosus gehen, ohne einen besonderen Sehnenstrang zu entwickeln, in die *Fascia cruris* ein, und schieben mittelst des an der Tibia fixirten Fascien-Dissepimentes ihre Haftstellen bis fast an das Sprunggelenk vor.

Charakteristisch für den Semimembranosus scheint mir der Umstand zu sein, dass sich seine Sehne nicht wie beim Menschen hinten an der Tibia anheftet, sondern den Condyl zum Theile umgehend, an dessen medialer Seite; dadurch wird er gleich von

Hause aus zu einem mächtigen Rotator des Knies. Seine beim Menschen vorkommende Structur, der er seinen Namen verdankt, findet sich beim Orang nicht vor.

Alle diese langen, hinten und seitlich über das Kniegelenk passirenden Muskeln sind im Verhältniss zur Länge des Femur und der Excursionsweite des Hüftgelenkes zu kurz und in Folge dessen so insufficient, dass sie nicht ausreichen, um gleichzeitig eine Streckung im Hüft- und Kniegelenke zuzulassen, noch weniger aber eine Streckung im Kniegelenke, wenn das Hüftgelenk gebeugt ist. Das Kniegelenk kann überhaupt gar nicht zur vollen Streckung gebracht werden, auch desshalb nicht, weil sich diese Muskeln viel weiter vom Kniegelenke entfernt am Unterschenkel anheften, begreiflich aber, dass sie dadurch zu mächtigeren Flexoren werden (mit Ausnahme des *Semimembranosus*) als sie es beim Menschen sind. Sie treten daher auch weiter in der Kniekehle vor, die Haut faltet sich daselbst über ihnen, woraus sich wieder jene Abplattung des Knies, und mit Berücksichtigung des *Biceps femoris* auch die Abplattung des Schenkels erklärt, welche noch mehr ausgebildet bei den Quadrupeden sich findet.

Einen Plantaris habe ich nicht gefunden. In Betreff des Popliteus erwähne ich die Einlagerung eines Sesambeinchens in seine Sehne, wodurch ihm vielleicht ein günstigeres Flexionsmoment zukommt.

Anlangend den *Gastrocnemius* möchte ich hervorheben, dass sein lateraler Kopf nicht wie beim Menschen von der medialen Fläche des *Condylus fem. externus* entsteht, sondern von der hinteren und lateralen Fläche desselben und auch nicht isolirt, sondern im Verein mit dem *Flexor comm. digitorum fibularis* (dem *Flexor hallucis* des Menschen). Ich halte diesen Ansatz insofern für bemerkenswerth, als dadurch die Rotation des Unterschenkels erleichtert wird. Bekannt ist, dass das Fleisch des *Gastrocnemius* bis ans Fersenbein reicht, gleichwie auch dass der Soleus nur einen Wadenbeinkopf hat und ein spulrunder Muskel ist; weniger bekannt aber dürfte es sein, dass der Soleus nach Abtragung des *Gastrocnemius*-Antheiles der Achilles-Sehne eine solche Anordnung des Fleisches zeigt, wie der *Semi membranosus* des Menschen; es sind nämlich seine Fleischfasern schief zwischen eine vom

Wadenbein kommende und eine am Fersenhöcker haftende Sehne ausgespannt.

Die Anordnung der tiefen, aus drei Muskeln bestehenden Wadenmuskelgruppe gleicht der beim Menschen; der Unterschied besteht nur darin, dass auch der *Flexor hallucis longus* des Menschen beim Orang zu einem *Flexor digitorum comm.* geworden ist, wesshalb ich fernerhin um die beiden Flexoren von einander zu unterscheiden, mit Pagenstecher nach ihren Ursprüngen, den einen als *Flexor digit. comm. tibialis*, den andern mit dem Epitheton *Fibularis* bezeichnen werde. Bezüglich des letzteren ist schon gesagt, dass er über das Kniegelenk ausgreift, also vereint mit dem lateralen *Gastrocnemius*-Kopfe als Flexor dieses Gelenkes sich bethätigen kann. Zum Unterschiede von den Verhältnissen beim Menschen muss noch hervorgehoben werden, dass der erstere, der *Flexor tibialis* fleischiger ist, als der letztere, der *Fibularis*.

Auch die vordere Gruppe der Unterschenkel-Muskeln verhält sich wie beim Menschen. Bekannt ist auch die Theilung des *Tibialis anticus* und der Ansatz einer seiner Sehnen an der Basis des Metatarsus I, während die andere an dem, wie Lucae gezeigt hat, mit einer Sattelfläche versehenen Cuneiforme I haftet. Im Anschlusse an diese den Tarsus umschlingende Sehne verläuft die Sehne des *Extensor hallucis longus* und des *Extensor hall. brevis*.

Einbezogen in die Fascienkapsel der Peronei fand ich beim Orang — aber nur linkerseits — ein spulrundes Muskelchen, welches mit einer langen, feinen Sehne noch ober dem unteren Viertheile der Fibula sich anheftet und, nachdem es den Knöchel umgangen hat, sich am Kleinzehenrande der Fusswurzel bis gegen die Basis Metatarsi V fibrös ansetzt. Eine daraus abkommende Sehne für die kleine Zehe konnte ich nicht auffinden, kann daher den Muskel auch nicht für jenen halten, welchen Bischoff als *Peroneus parvus*, Brühl als *P. intermedius* bezeichnet. Bischoff traf den *Peroneus parvus* nur bei den niederen Affen, Brühl[1] dagegen fand beim Schimpanse die beim Menschen vom *Peroneus brevis* abzweigende Sehne für die fünfte Zehe, welche

[1] Wiener medicin. Wochenschrift. 1871.

Beobachtung von Alix[1] bestätigt wird. Das beim Orang gefundene Muskelchen möchte ich daher nur mit jenem Muskel vergleichen, welchen Otto als variables Gebilde beim Menschen gefunden und als *Peroneus quartus*, Linhart dagegen als *Tensor membranae synovialis tarsi* bezeichnet hat. Sein Mangel auf der rechten Extremität spricht aber gerade nicht für seine typische Beständigkeit.

Bezüglich des *Extensor digitorum communis brevis* kann ich bestätigen, dass er stärker entwickelt ist, als beim Menschen und dass sich sein ungetheilter Fleischkörper bis an die Metatarsophalangeal-Gelenke fortsetzt, woselbst erst seine Sehnen mit jenen des *Extensor comm. longus* sich vereinigen, um die Streckaponeurosen darzustellen, welch' letztere auch am Fusse, wie an der Hand durch die brückenförmig über die Interdigitalräume gespannten Membranen mit einander in Verbindung gebracht sind. Da am Fusse von den Grundphalangen noch mehr in die Haut des Mittelfusses einbezogen ist, zu dem auch der gemeinsame Fleischkörper des kurzen Streckers durch eingewebte Sehnenfäden mit dem Sehnenfächer des langen Streckers eng verbunden ist, so kann das Thier seine Zehen noch weniger als seine Finger isolirt von einander verwenden.

Gleichwie die Sehnen der Extensoren der Zehen, so sind auch die Sehnen der Flexoren der Zehen vielfach miteinander verstrickt. Die Anordnung dieser Sehnen muss genauer beschrieben werden (Fig. 3), weil ich beim Orang beiderseits eine *Caro quadrata* gefunden habe, deren Vorkommen Bischoff nur für die niederen Affen zugibt, für die Anthropoiden aber in Abrede stellt, obgleich sich dieselbe bereits in den Tafeln von Cuvier-Laurillard abgebildet findet.

Es gibt drei grosse Muskeln, welche zu den vier dreigliederigen Zehen Sehnen absenden: zuerst die bereits erwähnten vom Unterschenkel ihr Fleisch beziehenden, den *Flexor dig. communis longus tibialis* (Fig. 3, *a*) und der Fibularis (Fig. 3, *b*) (letzterer der *Flexor hallucis* des Menschen), dann der *Flexor digit. comm. brevis* (Fig. 3, *c*) und dazu kommt die *Caro quadrata* (Fig. 3, *d*).

---

[1] Journal de Zoologie, Tom. I, p. 475.

Die beiden erstgenannten sind die Perforantes, schicken also ihre Sehnen zum Endgliede, und zwar der *Flexor tibialis* zur zweiten und fünften Zehe, der *Flexor fibularis* zur dritten und vierten Zehe. Der *Flexor brevis* ist der Perforatus und besorgt Sehnen zur zweiten und dritten Zehe, welche direct aus seinem Fleische hervorkommen. Die durchbohrten Sehnen für die vierte und fünfte Zehe, welche sehr dünn sind, gehen aus Verbindungen des *Flexor tibialis* einerseits mit dem *Flexor brevis*, andererseits mit der *Caro quadrata* hervor. Nachdem nämlich der *Flexor tibialis* bereits seine zwei Hauptsehnen abgegeben hat, bekommt er noch eine kleine, zwischen den beiden Sehnen eingeschaltete Fleischportion, welche eine dünne Sehne entsendet, die sich mit einer gleichfalls dünnen Sehne des *Flexor brevis* vereinigt und die durchbohrte Sehne für die vierte Zehe darstellt. Die durchbohrte Sehne für die fünfte Zehe geht schon hoch oben als Zweigsehne aus der Hauptsehne für die fünfte Zehe hervor, verbindet sich aber früher mit einer Zweig-Aponeurose aus der *Caro quadrata*, welche eine zweite Zweig-Aponeurose an die sich gerade theilende Sehne des *Flexor fibularis* abgibt. [1]

Darnach lässt sich sagen, dass der *Flexor tibialis* (der *Flexor comm. longus* beim Menschen) für alle vier Zehen Sehnen abgibt, dass aber nur zwei davon (die der zweiten und fünften Zehe) durchbohrende, stark und dick sind und Lumbrical-Muskeln zum Ansatze dienen, die beiden anderen rudimentären durch Verbindungen mit Nebenmuskeln zu durchbohrten sich gestalten. Die Überführung der Sehnen des *Flexor fibularis*, beziehungsweise des *Flexor hallucis longus* des Menschen, nach Entfall der Sehne für die Hallux als Perforantes zu der dritten und vierten Zehe lässt sich selbst aus normalen Befunden beim Menschen erklären, da ja oft genug, nach Eilhard Schulze [2] sogar bei 58% der Fälle von der Sehne des *Flexor hallucis* Zweigsehnen nicht nur zur Sehne der zweiten, sondern auch zu der dritten Zehe abgehen.

Die eigenen kleinen Muskeln der grossen Zehe bilden zusammen gleichfalls eine Art Fächer (Fig. 4), dessen

---

[1] Duvernoy spricht nur von einer accessorischen, kleinen, von der Sehne der fünften Zehe abgehenden Zweigsehne, welche eine durchbohrte Sehne zu ersetzen scheint. Die *Caro quadrata* wird nicht erwähnt.

[2] Zeitschrift f. wiss. Zoologie. Bd. XVII, p. 5.

Basis einerseits bis auf den Fersenhöcker zurückgreift, andererseits bis auf den Metatarsus II reicht.

Die erste, vom Fersenbein kommende Portion (Fig. 4, *a*) überbrückt die zur Sohle gehenden Sehnen, Gefässe und Nerven und bildet am Metacarpus I eine Sehne, womit die am Cuneiforme haftende zweite Portion (*a*) sich in Verbindung setzt; sie ist als *Abductor hallucis* zu bezeichnen.

In der zweiten Portion lassen sich Fasern nachweisen, welche sich am Metatarsus I anhaften (Fig. 4, *b*), daher einen beim Menschen nicht vorkommenden *Opponens hallucis* darstellen. Sie enthält ferner einen Feischkörper, in welchem sich zum Theil die Sehne des Abductor einwebt, der aber seinerseits wieder an diese Sehne Fasern abgibt. Die grössere Menge seiner Fasern heftet sich an der Basis der Grundphalange an, bildet somit einen Beuger des Metatarso-phalangeal-Gelenkes (Fig. 4, *c*). Die dünne Sehne aber, welche sowohl mit dem Abductor, als auch mit diesem Beuger in Verbindung steht, geht über die Grundphalange hinweg, um sich an der nagellosen, bei diesem jungen Thiere noch knorpeligen Endphalange anzuheften. Bischoff hat eine ähnliche Sehne, aus der Fascie des grossen Zehenballens abgehend, beobachtet. Sie ist offenbar ein Ersatz für die mangelnde Sehne eines *Flexor longus hallucis*, welche beim Gorilla vom *Flexor fibularis* abgegeben wird.

Die Bemerkung Brocas (l. c. p. 323), dass bei einer guten Zahl von Pithecien die grosse Zehe statt einer zwei Sehnen erhalte, und zwar eine perforirende und eine perforirte, erkläre ich mir aus dem Vorhandensein gekreuzter Bändchen, welche in die Pulpa des Endgliedes übergehen und als rudimentäre Sehnenscheide die beschriebene dünne Sehne an die Grundphalange anheften (Fig. 4). Eine Verbindung dieser Bändchen mit dem Fleische des Beugers des Metatarso-phalangeal-Gelenkes konnte ich nicht darstellen; sie ist auch unwahrscheinlich, weil sonst das Endglied mit zwei Beugesehnen ausgestattet wäre.

Die dritte Portion der Beugermuskeln der grossen Zehe, hängt wie auch die zweite Portion im Bereiche des Metatarsus III mit der tieferen *Plantar fascie*, beide auch mit der oberflächlichen Fascie zusammen. Der betreffende Muskel (Fig. 4, *d*) heftet sich als Genosse des Beugers des Metatarso-phalangeal-Gelenkes an

der Basis des Metatarsus I an. Die vierte Portion (Fig. 4, *e*) hängt im Bereiche des Metatarsus II nur mit der tiefen Fascie zusammen, sie dürfte den *Adductor hallucis transversus* nach Bischoff darstellen und zieht als dünne Fleischlamelle durch den Adductionswinkel der grossen Zehe gegen den Metatarsus, wo sich die Fleischbündel vielleicht insgesammt in den Rand der Streckaponeurose einsenken und mittelst dieser nach Art eines Lumbricalis eine Streckwirkung auf die Phalangeal-Gelenke ausüben.

Bei einem Vergleiche des Endgliedes der hinteren Extremität des Orang mit jenem des Menschen ergeben sich gleichwie Ähnlichkeiten, so auch Unterschiede. Wenn einerseits die Zehen beim Orang fingerartig ausgebildet sind, so unterscheidet sich dagegen die Skeletgrundlage der Fusswurzel des Orang hauptsächlich nur in dem von jener des Menschen, dass das Cuneiforme I eine Sattelfläche trägt; so beim Orang, so auch beim Gorilla. Anlangend die Musculatur des hinteren Endgliedes des Orang muss zugestanden werden, dass sie aus denselben Elementen besteht, wie die des Menschenfusses, und dass sie von derselben nicht mehr abweicht, als die Musculatur des vorderen Endgliedes von der der Menschenhand. Wenn man aber die Musculaturen der beiden Endglieder des Orang unter einander vergleicht, und zwar mit Rücksicht auf die Beweglichkeit der Finger-Zehen und des Handfuss-Gelenkes, so wird man die grosse Ähnlichkeit beider nicht verkennen; ist doch auch der Bewegungsumfang des Sprunggelenkes kaum mehr eingeengt als jener des Handgelenkes. Hält man sich daher berechtigt, die vorderen Endglieder des Orang als Hände zu bezeichnen, so verdienen die hinteren gleichfalls so bezeichnet zu werden. Thatsächlich steht aber auch das vordere Endglied bezüglich seiner Verwendbarkeit hinter der Menschenhand weit zurück, gleichweit wie das hintere Endglied vom Fuss. Beide Endglieder aber sind ganz zweckentsprechend organisirte Greif- oder Haft-Apparate, sind daher functionell gleich zu halten; wollte man aber doch der Differenz in der Anlage des Skelets und der Musculatur des hinteren Endgliedes auch in der Bezeichnung gerecht werden, so könnte man dasselbe kaum anders richtig, denn als Haft- oder Greiffuss benennen.

Als generelle morphologische Unterschiede in der Anlage der Extremitäts-Musculaturen des Orang von der des Menschen dürften sich die folgenden bezeichnen lassen:

1. Vereinigung oder doch inniger Anschluss von Fleischportionen, welche beim Menschen vollständig geschieden sind. Es zeigt sich dies an dem Verhältnisse, in welches sich der *Biceps femoris* zum *Gluteus maximus* stellt, auch am *Quadratus femoris*, der sich mit der Adductorengruppe vereinigt.

2. Nicht wenige Muskeln greifen mit ihren Ansätzen viel weiter peripheriewärts aus, als beim Menschen. Es betrifft dies hauptsächlich die Beuger. Dahin gehört das Vorkommen des *M. latissimo-condyloideus*; die weit am Unterschenkel herabreichenden Ansätze der beiden Köpfe des *Biceps fem.*, des *Gracilis*, Sartorius und Semitendinosus. Hieher würde auch der von Duvernoy beschriebene Übergang eines Theiles des Deltoides in den *Brachialis int.* beim Gorilla gehören, wovon sich beim Menschen gerade nur Spuren vorfinden.

3. Aufsuchung neuer grösserer Haftstellen in Folge dessen die Wirkung mancher Muskeln geändert oder sogar auf andere Glieder übertragen wird. Dies betrifft zunächst wieder den langen Kopf des *Biceps fem.*, welcher einerseits sich fleischig auch am Femur anheftet, andererseits mit seiner Sehne das *Capit. fibulae* verlässt, um an der Röhre der Fibula sich zu fixiren. Hieher gehört auch der geänderte Ansatz des Semimembranosus, welcher dadurch in erster Linie zu einem Rotator des Knies wird. Hieher gehört auch die vollständige Versetzung der langen Muskeln des Daumens und der grossen Zehe auf die dreigliederigen Finger und Zehen; ferner die Überführung der grösseren Sehne des *Abductor longus pollicis* zum Trapezbein, wodurch derselbe sich mehr zu einem Handgelenkmuskel gestaltet. Dass die, die langen Beuger kümmerlich ersetzenden kurzen Daumenmuskeln bis an die zweite Phalange reichen müssen, ist selbstverständlich, aber die Umgestaltung des *Peroneus longus* zu einem Beuger des Fussdaumens ist nicht die Folge einer Verlegung des Sehnenansatzes, sondern nur der Umbildung der Gelenkverbindung.

4. Aufsuchung neuer centraler Haftstellen, sogar über ein Gelenk hinweg, wie dies der *Flexor digitorum pedis fibularis* thut, welcher auch vom *Condylus lateralis femoris* eine,

und zwar gerade nicht geringe Fleischportion bezieht; ungefähr so wie z. B. der lange Zehenstrecker beim Hunde u. s. w. auch, allerdings streckwärts über das Kniegelenk hinweg bis auf das Femur seinen centralen Ansatz vorschiebt.

5. Verstärkung von Muskeln durch Vermehrung der Fleischansätze; es betrifft dies abermals wieder gewisse Beuger an der oberen Extremität, so den *Supinator longus*, den *Radialis internus* und *Flexor digitorum com. sublimis*.

6. Im Gegensatze dazu die Einschränkung des Ursprungsgebietes und in Folge dessen Abschwächung des Muskels; es betrifft dies bezeichnend genug wieder einen Strecker an der unteren Extremität, nämlich den *Soleus*.

7. Der Defect des *M. plantaris* ist kaum wesentlich gegenüber dem Umstande, dass er auch beim Menschen oft genug fehlt, und sich andererseits selbst in ganz unerwarteter Weise erhält, wie z. B. beim Pferde, daselbst allerdings in einer Gestalt, nämlich als eine blos in eine Fascienlamelle eingestreute Fasergruppe, welcher kaum eine physiologische Bedeutung zugesprochen werden kann. Als Fascienlamelle angedeutet, will ihn Alix (l. c.) auch beim Orang gefunden haben.

Bei näherer Betrachtung dieser Verschiedenheiten ergibt sich alsbald, dass sich in der Anordnung der Muskeln der hinteren Extremität beim Orang noch Spuren des Quadrupeden-Typus erhalten haben, trotz der Verschiedenheit, welche sich schon in der Skeletgrundlage, insbesondere des Endgliedes erkennen lässt, wodurch wieder der Übergang der Formen zu jenen des Menschen sich kundgibt.

Zwei Verhältnisse sind es, welche das Fortbestehen des Quadrupedentypus beim Orang ganz auffällig darthun. Vorerst die Anordnung des *Biceps femoris*. Dieser Muskel greift beim Hunde mit seinem langen Kopfe durch den Übergang in die *Fascia lata* auch am Oberschenkel an, wirkt durch seinen Übergang in die das Kniegelenk streckwärts einhüllende Fascie auch streckend am Kniegelenke und indem er von seiner Unterschenkelportion eine sehnige Abzweigung absendet, welche vereint mit der Sehne des *Semitendinosus* die Achilles-Sehne einhüllt und mit ihr zur Ferse gelangt, streckt er auch das Sprunggelenk. Der Muskel streckt somit alle drei Hauptgelenke des Hinterbeines

und kann somit gerade als Sprungmuskel bezeichnet werden. Die Wirkung als Strecker des Kniegelenkes ergibt sich schon aus der Richtung seiner gegen die Patella ziehenden Fasern; und erklärt sich selbst aus der Zugrichtung der Unterschenkelportion weil ihrem Beugebestreben schon durch eine blos passive Spannung des *Rectus femoris* entgegen gewirkt werden kann. Da sich nun beim Orang nebst der Oberschenkelportion auch die Knieportion des *Biceps femoris* erhalten hat und der Muskel noch weit über den Unterschenkel herabreicht, so repräsentirt derselbe beim Orang immer noch den Sprungmuskel der Quadrupeden, indess er beim Menschen sich vollends vom Oberschenkel losgelöst, nur seinen Unterschenkel-Ansatz bewahrt und diesen selbst hoch hinauf verlegt hat, und dadurch zu einem blossen Beugemuskel des Kniegelenkes geworden ist. Stufenweise ist daher der Biceps mit seinem peripherischen Ende zurückgewichen.

Lucae [1] war der erste, der in seiner schönen Arbeit: „Über die Robbe und die Otter" gezeigt hat, wie sich die terminalen Enden der Muskeln (insbesondere die Hüllmuskeln) immer mehr zurückziehen, und wie dadurch die Extremitäten bei den Quadrumanen und Menschen immer freier hervortreten.

Ein zweites Verhältniss, wodurch die Anordnung der Muskulatur des Hinterbeines des Orang an die bei den Quadrupeden erinnert, besteht in der im Verhältniss zum Menschen geringen Entwickelung der eingelenkigen Muskeln und Muskelportionen. Der Orang besitzt zwar schon ein *Caput breve bicipitis* auch einen Soleus, aber beide sind ausserordentlich schwach gegenüber den weitaus überwiegenden zweigelenkigen Muskeln und Muskelportionen.

Mit Beziehung auf beide diese Verhältnisse bildet der Orang in der That auch sozusagen ein Übergangsglied von den Quadrupeden zu dem orthoskelen Menschen. Weitere Angaben über das Verhältniss der ein- und zweigelenkigen Muskeln sind einem später folgenden Abschnitte dieser Mittheilung vorbehalten.

Aus diesen Verschiedenheiten über die Anlage der Musculatur beim Menschen, Orang und Hunde liess sich bereits Manches

[1] Abhandlungen der Senckenberg'schen naturforschenden Gesellschaft, IX. Band, 1876.

auch über die Verschiedenheit in der Gebrauchsweise der Extremitäten entnehmen. Die Verschiedenartigkeit der Bestimmung wird aber noch einsichtlicher, wenn man auch die Vertheilung des Fleisches berücksichtigt; denn diese bedingt nicht nur die Plastik der Gliedmassen, sondern steht auch im innigsten Zusammenhange mit dem Mechanismus und der Gebrauchsweise derselben. Dies der Grund, warum ich die Gelegenheit, die frische Extremitäts-Musculatur eines Orang zu wägen, nicht ungenützt vorübergehen liess, um daraus neue Anhaltspunkte zu Vergleichen zu gewinnen.

Bekanntlich war Ed. Weber [1] der erste, welcher Wägungen der einzelnen Muskeln des Menschen vorgenommen hat, zunächst blos zum Zwecke, um die Vertheilung der Fleischmassen am menschlichen Körper kennen zu lernen, dann aber auch mit Rücksicht auf den daraus den einzelnen Abschnitten des Körpers zukommenden Nutzeffect. Erneuerte Vorlagen über Messungen und Wägungen aller Theile, auch der Muskeln mehrerer Individuen, hat E. Bischoff [2] geliefert; und der bereits angeführten vergleichenden Abhandlung über Robbe und Otter hat Lucae auch Tabellen über die Ergebnisse von Wägungen der Musculatur einiger Thiere beigegeben, worin die gewichtigsten Fleischkörper ersichtlich gemacht sind. [3]

Begreiflicherweise können bei dem Vorgange der Muskelwägung, besonders wenn sie auch Einzelmuskel betrifft, in Folge der ungleichmässigen Ablösung fremdartiger Bestandtheile, insbesondere der Sehnen, ferner in Folge des schon während der Präparation wechselnden Wassergehaltes, dann des bei Gesunden und Kranken verschiedenen specifischen Gewichtes des Fleisches, so manche Ungenauigkeiten unterlaufen, welche sich besonders an den Gewichten kleiner Fleischkörper fühlbar machen. Es können daher Ableitungen aus den gewonnenen Gewichten nur über Muskelgruppen und nur auf Grund grösserer Unterschiede

---

[1] Berichte über die Verhandlungen d. k. sächs. Gesellschaft d. Wissenschaft zu Leipzig, 1849 und 1851.

[2] Henle und Pfeufer, Zeitschrift f. rationelle Medicin. 3. Reihe, 20. Band, 1863, p. 75.

[3] Einige wenige Gewichts-Angaben macht auch A. Macalister in den Proceedings of the r. Irish Ac. V. 1. Ser. 2. Nr. 9.

vorgenommen werden, und es müssen, wenn gerade Einzelmuskeln mit einander verglichen werden sollten, diese von mehreren Individuen genommen und gewogen werden. Es ist auch begreiflich, dass die Musculatur dieses Thieres nicht ohne weiters auf die Musculatur des erwachsenen Mannes bezogen werden konnte, denn das Thier war noch jung (laut Angabe erst 4 Jahre alt) auch durch längere Zeit krank und in Folge dessen abgemagert, wesshalb um den Vergleich möglichst unter der Voraussetzung gleichmässiger Bildung führen zu können, auch die Musculatur von Kindern untersucht werden musste, und zwar von solchen, welche an acuten Krankheiten gestorben sind und kräftig entwickelt waren, dann auch von solchen, welche einige Zeit krank und abgemagert waren; denn nur so war es möglich, etwa bestehende, auf Entwickelungs- und Abmagerungsverhältnissen beruhende Differenzen möglichst zu eliminiren.

In das Gesammtgewicht der Musculatur der oberen Extremität wurden die Massen der Schultergürtel- und Rumpfarmmuskeln nicht einbezogen, obgleich die letzteren auch Motoren des Schultergelenkes sind; ich glaubte sie aber desshalb ausschliessen zu sollen, weil die entsprechenden Muskeln an der unteren Extremität nicht vorhanden sind. Die kleinen Muskeln der Hand und des Fusses (*Interossei* und die des Daumen- und Grosszehen-Ballens) sind gar nicht gewogen worden, nur die kurzen, gemeinsamen Beuger und Strecker der Zehen als Wiederholungen der entsprechenden langen Muskeln.

In den beistehenden Tabellen *A* und *B* sind die Muskelgewichte in Grammen übersichtlich verzeichnet, und zwar:

In der 1. Colonne die eines kräftigen Mannes nach den Wägungen von Ed. Weber;

in der 2. Colonne die eines abgemagerten Mannes;

in der 3. Colonne die eines gut entwickelten, kräftigen, an Scarlatina verstorbenen, laut Angabe 5 Jahre alten Knaben;

in der 4. Colonne von einem 4 Jahre alten, abgemagerten Mädchen;

in der 5. Colonne von einem kräftigen an einer acuten Krankheit (vielleicht auch Scharlach) verstorbenen, 3 Jahre alten Knaben;

in der 6. Colonne von einem zweijährigen, abgemagerten Mädchen;

	Mann nach E. Weber	Magerer Mann	Knabe von
Ilio psoas	405·6	176·4	5
Gluteus maximus	813·5	188·5	10
„ *medius*	229·7	112·7	3
„ *minimus*	123·0	65·4	1
Tensor fasciae	94·9	21·1	
Obturatores + pyriformis	158·0	80·9	2
Adductores + quadratus	832·9	246·4	9
Rectus femoris	222·6	63·4	2
Vasti	1271·0	388·5	15
Sartorius	145·9	36·2	1
Gracilis	111·0	23·1	1
Semitendinosus	151·5	49·1	2
Semimembranosus	233·4	60·7	2
Bicipitis cap. longum	168·0	65·5	2
„ „ *breve*	85·0	49·5	
Popliteus	17·3	11·1	
Gastrocnemius + plantaris	340·4	88·0	4
Soleus	334·7	116·8	5
Tibialis posticus	78·7	33·1	1
Flexor digitorum com. longus	31·7	27·2	
„ „ „ *brevis*	16·5	5·4	2
Flexor hallucis	83·5	[2]—	
Peronei	108·3	26·6	1
Tibialis anticus	112·2	44·6	1
Extensor dig. com. longus	44·7	40·2	
„ „ „ *brevis*	3·8	4·4	1
Extensor hallucis	23·8	[2]—	
Summa	6241·6	2024·8	81

[1] Das Gewicht ist in zwei Theilen ausgewiesen, entsprechend den zwe

[2] Sind enthalten im Flexor, beziehungsweise Extensor digitorum cc

skeln der unteren Extremität.

5 Jahren	Mädchen von 4 Jahren	Knabe von 3 Jahren	Mädchen von 2 Jahren	Kind, 46 Tage alt	Todtgebornes Kind (1.)	Todtgebornes Kind (2.)	Orang	Hund
3·6	23·8	37·9	18·5	8·5	10·2	11·8	22·0	28·4
5·5	51·8	55·6					11·5	16·0
7·7	20·2	26·7	55·8	14·9	25·1	25 2	22·5	50·1
0·4	6·5	11·8					1·5	6·7
7·2	1·8	5·1	1·7		1·0	0·9	—	17·1
4·1	13·0	15·5	6·9	2·7	3·7		9·5	18·4
5·0	38·6	65·7	35·2	11·1	15·3	13·0	42·0	135·7
6·1	11·8	16·7	11·8	2·9	4·8	3·5	7·0	38·1
7·5	76·3	99·8	51·8	13·7	27·1	19·1	22·0	110·6
5·2	6·2	12·0	6·6	5·0	3·0	3·1	2·5	7·1[1] 16·5
2·5	3·6	8·1	5·7	2·4	2·1	2·3	12·0	31·9
2·6	8·5	11·1	9·7	4·4	4·5	3·4	11·5	35·4
5·8	9·7	16·9	11·1		4·4	2·6	9·5	28·2
3·4	8·7	14·1	8·1	1·6	3·5	3·1	21·0	108·2
7·1	3·8	8·0	2·5	1·3	1·8	1·7	3·0	—
4·1	2·2	2·5	1·4	0·5	0·6	0·7	2·7	5·3
0·2	14·8	27·5	17·5	3·3	6·2	5·5	8·5	54·2
2·3	20·5	32·1	17·6	3·6	7·1	5·2	6·7	—
7·1	6·3	8·9	5·9	1·7	2·1	1·8	3·0	rudimentär
1·4	11·8	13·9	10·3	2·6	3·5	3·0	22·4	18·7
8·8	8·1	10·3	7·0	1·9	3·5	3·2	4·4	—
6·4	9·2	11·1	7·8	2·0	2·1	2·7	7·1	12·5
7·3	8·2	11·1	8·25	2·6	3·1	3·1	7·9	10·3
1·3	365·4	522·4	301·4	87·2	134·7	114·9	260·2	749·4

[1] Portionen des Muskels, deren grössere mit der Sehne des *Rectus fem.* sich vereinigt.
mmunis longus.

in der 7. Colonne von einem abgemagerten, nur 46 Tage alten Kinde;

in der 8. Colonne eines mit der Zange extrahirten, todtgebornen Kindes mit gut entwickelter Musculatur, welche aber offenbar in Folge des Eingriffes etwas serös infiltrirt war;

in der 9. Colonne eines zweiten, gleichfalls gut entwickelten todtgebornen Kindes;

die 10. Colonne enthält die Gewichte der Orangmuskeln, und

die 11. Colonne die Gewichte der Muskeln eines grossen, starken Hundes.

Die wichtigste und desshalb vorerst zu beantwortende Frage ist die nach dem Verhältnisse, in welchem sich das Gesammtgewicht der Musculatur der oberen Extremität zu dem der unteren stellt. Dasselbe ist in der nachstehenden Tabelle *C.* sowohl rücksichtlich der in den Tabellen *A* und *B* verzeichneten Fälle, als auch der andern von E. Bischoff mitgetheilten zwei Fälle berechnet, von denen die beiden letzteren Fälle, einer einen kräftigen, mit dem Fallbeile hingerichteten Mann, der andere einen 16 Jahre alten Selbstmörder betreffen.

C. Das Gewicht der Musculatur der oberen Extremität verhält sich zu jenem der unteren Extremität wie =

Mann (nach Weber)	1779·3	6241·6	= 1 : 3·50
Hingerichteter (nach Bischoff)	2899·7	7599·3	= 1 : 2·62
Selbstmörder „ „	1464·5	4326·0	= 1 : 2·94
Magerer Mann	688·5	2024·8	= 1 : 2·94
Knabe von 5 Jahren	255·2	811·3	= 1 : 3·17
Mädchen von 4 Jahren	132·1	365·4	= 1 : 2·76
Knabe von 3 Jahren	176·7	522·4	= 1 : 2·95
Mädchen von 2 Jahren	125·9	301·4	= 1 : 2.39
Kind von 46 Tagen	48·7	87·2	= 1 : 1·79
Todtgebornes Kind Nr. 1	58·1	134·7	= 1 : 2·31
„ „ „ 2	46·1	114·9	= 1 : 2·49
„ „ „ 3	30·6	61·1	= 1 : 1·99
Orang	251·0	260·2	— 1 : 1·04
Hund	452·4	749·4	— 1 : 1·65.

Ein Blick auf diese Tabelle zeigt alsbald, dass der Coëfficient für die Musculatur des Hinterbeins beim Orang = 1·04 weitaus

hinter allen den Menschen betreffenden Coëfficienten zurückbleibt, so sehr, dass er nicht einmal an den vom schwächsten Kinde abgeleiteten = 1·79 herantritt, noch weniger aber jene Höhe erreicht, wie die, die beiden kräftigen Knaben betreffenden Coëfficienten von = 3·17 und 2·95. Daraus geht mit Evidenz hervor, dass die Musculatur des Hinterbeins vom Orang nur wenig stärker ist, als die seiner vorderen Extremität, während beim Menschen das Fleisch der unteren Extremität bis dreimal gewichtiger ist, als das der oberen Extremität. Dem entsprechend ist auch das Hinterbein des Orang um das Zwei- bis Dreifache schwächer als die hintere Extremität des Menschen. Lucae berechnete das Verhältniss bei *Innus Cynomolgus* = 1:1·00 bis 1:1·35, also geringer als in allen den verzeichneten, selbst die Kinder betreffenden Fällen. Für den Menschen beziffert Lucae den Coëfficienten zu Gunsten der Musculatur des Beines sogar auf 4·94.

Daraus ergibt sich schon ein mächtiger Gegensatz in der Organisation des Orang und des Menschen, sogar gegenüber der des Hundes, bei dem der Coëfficient immer noch 1·65 beträgt.

Mit Rücksicht auf den Umstand, dass der Orangarm bedeutend länger ist, als der des Menschen, stellt sich das Verhältniss allerdings etwas günstiger für das Hinterbein des Orang, ohne aber doch die ermittelte Thatsache im Vergleiche zum Menschen zu alteriren. Denn reducirt man das Muskelgewicht des Orangarmes nach dem Verhältnisse der Gliederlänge (Oberarm + Vorderarm) des vierjährigen Mädchens = 43·6 Ctm. : 29·1 Ctm., so verbliebe aus dem Gesammtgewichte der Armmuskeln = 250·0 immer noch 166·8 Grammen, woraus sich ein Coëfficient für die Musculatur des Hinterbeins von 1·56 berechnet, welcher immer noch hinter dem beim schwächsten Kinde zurücksteht, um so mehr aber gegen jenen bei allen den Kindern, welche ihre unteren Extremitäten bereits als Körperstützen und Locomotions-Apparate verwendet haben. Es ergibt sich also auch aus der Massenvertheilung der Musculatur, dass der Orang zum aufrechten Stande und Gange nicht organisirt ist.

Die nächste Frage, welche aufgeworfen werden musste, betrifft offenbar jene Muskeln, welche beim Orang das Übermass des Fleisches an der oberen Extremität, bezie-

hungsweise, welche den Entgang der Fleischmenge an der unteren Extremität veranlassen. Begreiflich, dass bei Beantwortung dieser Frage vor allen Anderen die antagonistischen Muskelgruppen und unter diesen in erster Linie wieder die Beuge- und Streckmuskeln ins Auge gefasst werden mussten. Diesen entsprechend ist die nachstehende Tabelle *D* abgefasst, und zwar zum Vergleiche des Orang mit den zwei kräftigen Knaben und dem mageren vierjährigen Mädchen. Es wurden einerseits die Gewichte sämmtlicher am Oberarm und Vorderarm liegenden Beuger und andererseits sämmtlicher am Ober- und Unterschenkel liegenden Strecker verzeichnet, summirt und in Procenten des Gesammtgewichtes der Musculatur der betreffenden Extremität berechnet.

D. Procente der Beuger an der oberen Extremität und der Strecker an der unteren Extremität.

	Orang	Fünfjähriger Knabe	Dreijähriger Knabe	Vierjähriges Mädchen
Biceps brachii	17·0	13·2	8·9	6·4
Brachialis	21·5	14·9	9·8	9·1
Supinator longus	21·3	5·2	2·9	2·4
Palmaris + Radialis + Ulnaris int.	8·9	9·4	6·7	4·5
Flexores digitorum	41·9	28·3	18·2	14·3
Summa	110·6	71·0	46·5	36·7
Procente	44·2	27·8	26·3	27·7
Rectus femoris	7·0	26·1	16·7	11·8
Vasti	22·0	157·5	99·8	76·3
Gastrocnemius	8·5	40·2	27·5	14·8
Soleus	6·7	52·3	32·1	20·5
Tibialis posticus	3·0	17·1	8·9	6·3
Peronei	4·4	18·8	10·3	8·1
Extensores digitorum	7·9	17·3	11·1	8·2
Summa	59·5	329·3	206·4	146·0
Procente	22·8	40·5	39·5	39·9

Aus dieser Tabelle ergibt sich ganz unwiderleglich, dass an der oberen Extremität beim Orang die Beuger des Ellbogen-, Hand- und der Fingergelenke beträchtlich mehr ausgebildet sind als beim Menschen, bei diesem dagegen an der unteren Extremität wieder die Strecker mächtiger ausgebildet sind als beim Orang. Würden in die Summe der Beuger auch die Adductoren des Schultergelenkes (*Infraspinatus, Subscapularis, Teres major*) eingerechnet und andererseits in die Strecker auch die Gesässmuskeln, so würde das Missverhältniss zwischen Orang und Mensch sich noch mehr steigern. Würden ferner die Strecker der Zehen als Antagonisten des *Gastrocnemius* und *Soleus* von der Gesammtsumme abgezogen, so würde sich das Verhältniss der Percente zu einander doch nicht wesentlich ändern, es entfielen auf die Strecker an der unteren Extremität beim Orang nur 19·8%, beim fünfjährigen Knaben immer noch 38·4%, beim dreijährigen Knaben 37·3% und beim vierjährigen Mädchen 37·7%. Erst dann, wenn die Beuger der Zehen als Synergisten der Wadenmuskeln statt der Zehenstrecker zu den Streckern gerechnet wären, würde sich das Percent der Strecker an der unteren Extremität günstiger für den Orang stellen; es würde sich bei ihm bis auf 28·0% steigern, indess es bei den beiden Knaben und dem Mädchen, wegen der nur wenig abweichenden Gewichte der Zehenbeuger und Strecker keine auffällige Änderung erfahren würde. Immerhin stellt sich die Sache so, dass nach Ausschluss der Schulter- und Hüftmuskeln beim Orang die Beuger an der oberen Extremität und bei den Kindern die Strecker an der unteren Extremität fast schon das halbe Gewicht sämmtlicher anderer Muskeln der entsprechenden Extremität erreichen.

Es widerspricht dies der gewöhnlichen Ansicht, der zu Folge auch beim Menschen die Beuger über die Strecker das Übergewicht haben sollen, weil sich die Glieder in der Ruhe in die halbgebogene Lage begeben. Dagegen hat aber schon E. Weber in seiner Mechanik der Gehwerkzeuge Einsprache erhoben und gezeigt, dass die halbgebogene Lage der Gelenke von der natürlichen Länge der ruhenden Streck- und Beugemuskeln abhängt, nicht aber von der Spannkraft derselben.

Wie sich Beuger und Strecker des Ellbogen- und Kniegelenkes rücksichtlich des Gewichts thatsächlich zu einander verhalten, zeigt sich in der folgenden Zusammenstellung *E*, wo die Summe der Gewichte der Beuger der Gewichtssumme der entsprechenden Strecker gegenübergestellt ist; es ergibt sich daraus gleichfalls wieder ein Unterschied des Orang vom Menschen.

Als Beuger des Ellbogengelenkes wurden *Biceps* und *Brachialis*, als Strecker der *Triceps* eingestellt; als Beuger des Knies der lange und kurze Kopf des *Biceps fem.* (beim Orang nur ein Drittel des Werthes vom langen Kopf), dann der *Semimembranosus* und *Semitendinosus*, als Strecker der *Quadriceps*.

E. Verhältniss der Beuger und Strecker des Ellbogen- und Kniegelenkes zu einander; worin die Summe der Beuger = 1.

Orang	Fünfjähriger Knabe	Dreijähriger Knabe	Vierjähriges Mädchen
Ellbogengelenk.			
38·5 : 27·2 = 1 : 0·70	28·1 : 51·5 = 1 : 1·83	18·7 : 41·5 = 1 : 2·21	15·5 : 25·5 = 1 : 1·63
Kniegelenk.			
31·0 : 29·0 = 1 : 0·93	78·9 : 183·6 = 1 : 2·32	50·1 : 116·5 = 1 : 2·32	30·7 : 88·1 = 1 : 2·54

Aus dieser Tabelle ergibt sich ziffermässig der Nachweis für das Übergewicht der Strecker über die Beuger beim Menschen, insbesondere an der unteren Extremität, während sich aus diesen Zahlen höchstens ein Gleichmass für diese beiden antagonistischen Musculaturen des Orang ableiten liesse. Dieses Gleichmass besteht aber factisch nicht, weil einerseits zu den Beugern des Ellbogengelenkes noch der *Supinator* hinzuzurechnen wäre, welcher gerade beim Orang mit einer grösseren Zahl ausgewiesen erscheint, wie andererseits auch der Gracilis kräftig entwickelt ist und derselbe auch noch gleichwie die Beugeportion des langen Kopfes vom *Biceps fem.* beim Orang ausnehmend günstiger für die Kniebeugung angeordnet ist, als beim Menschen.

An den Finger- und Zehengelenken aber überwiegen auch beim Menschen thatsächlich die Beuger über die Strecker, doch wieder nicht in so hohem Grade wie beim Orang, Beweis dessen die nachstehende Tabelle *F*, worin die Summen sämmtlicher Finger- und Zehenbeuger gegenübergestellt sind den Summen der entsprechenden Strecker, wozu allerdings auch der *Abductor longus pollicis* eingerechnet ist. Die Beuger sind gleichfalls wieder = 1 angenommen.

F. Verhältniss der Beuger und Strecker der Finger und Zehen zu einander.

Orang	Fünfjähriger Knabe	Dreijähriger Knabe	Vierjähriges Mädchen
Die Beuger der Finger verhalten sich zu den Streckern wie:			
41·9:11·6=1:0·27	28·3:12·5=1:0·44	18·2: 6·9=1:0·37	14·3:5·9=1:0·41
Die Beuger der Zehen verhalten sich zu den Streckern wie:			
22·4: 7·9=1:0·35	21·4:17·3=1:0·80	13·9:11·1=1:0·79	11·8:8·2=1:0·69

Ausserdem geht aus den Zahlen der Tabelle hervor, dass die Zehenstrecker im Verhältniss zu den Beugern bei Mensch und Orang zwar kräftiger sind als die Fingerstrecker, doch aber wieder nur so, dass die Zehenstrecker beim Orang viel weiter hinter jenen beim Menschen zurückstehen als die Fingerstrecker.

Das Endglied der hinteren Extremität des Orang ist daher sowohl nach Anlage der Musculatur als auch des Skeletes gerade so als Klammerorgan organisirt wie das Endglied der vorderen Extremität; Beweis dessen die lockere Fügung des Sprunggelenkes, die Länge der Zehen, und das alles im Zusammenhange mit dem Unvermögen, das Knie vollends zu strecken, und mit der Kraftlosigkeit der Strecker aller Gelenke der unteren Extremität. Das Thier kann sich mit seinem Endgliede an Baumäste anklammern, sich daran selbst im Hange festhalten und mittelst seiner kräftigen Beugemuskeln emporziehen.

Die Strecker am Hinterbeine des Orang genügen, um das Thier aus der Hocke zu erheben, allenfalls auch eine Strecke weit fortzuschleudern, wobei der *Biceps femoris* gemäss der beschriebenen Anlage gewiss kräftig mitwirken wird. Und doch ist die Sprungfertigkeit des Thieres eine geringere, als die eines Quadrupeden von der Organisation eines Hundes, einer Katze und dergleichen. Es verhält sich ja beim Hunde die Gesammt-Musculatur der vorderen Extremität zu der der hinteren, dem Gewichte nach immer noch = 1 : 1·65 (Tabelle *C*) und es bilden seine Streckmuskeln[1] 32·9% der Gesammtmuskeln des Hinterbeines gegenüber dem nur mit 22·8% sich beziffernden Procente derselben beim Orang, was um so höher anzuschlagen ist, als die zwei Beuger des Knies (*Semitendinosus* und *Semimembranosus*) schon um das 2·33fache übertroffen werden vom Rectus und den Vasti und als der *Biceps femoris* als Strecker des Knies nicht eingerechnet ist. Ungerechnet die Strecker der Zehen, beziffert sich beim Hunde das Percent der Knie- und Sprunggelenksstrecker immer noch mit 31·5%, dazu kommt noch das Überwiegen der Strecker des Ellbogengelenkes um das 4·45fache über die Beuger. Der Affe kann daher wohl vom Sitze, von Ast zu Ast hinwegsetzen, noch leichter aber vom Hange aus durch Schwung selbst über grössere Distanzen hinwegkommen. Über einen Graben oder einen Zaun zu springen, dürfte dem langarmigen Orang gewiss schwerer ankommen, als einem Hunde oder einer Katze.

Mit den Armen hat sich der Orang schon vollends vom Quadrupedentypus losgelöst, die Anlage seiner Hinterbeine aber wurzelt noch im Quadrupedentypus, sie reicht aber schon über denselben hinaus, ohne doch dem Typus menschlicher Gestaltung sich gänzlich einzufügen, ebensowenig wie die Anlage der vorderen Extremität. Der Orang bildet daher in dieser Hinsicht ein Übergangsglied, man muss aber gestehen, dass die morphologischen Unterschiede nach beiden Seiten doch mehr quantitative als qualitative sind.

---

[1] Eingerechnet den *Tensor fasciae* und einen Theil des *Sartorius*, welche exquisite Strecker des Kniegelenkes sind und vorerst ungerechnet die oberen Partien des *Biceps femoris*.

Bei diesen Untersuchungen über die Massenvertheilung der Musculatur drängte sich mir auch die Frage auf, wie sich denn vom Menschen ab gegen die Quadrupeden das Verhältniss der eingelenkigen Muskeln zu den zweigelenkigen (beziehungsweise mehrgelenkigen) Muskeln stellt, vorerst wieder nach Richtung der Unterschiede des Orangs vom Menschen, dann aber auch von den Quadrupeden. Es handelt sich dabei insbesondere um das Vorkommen und die Massenentwicklung der eingelenkigen Muskeln, deren Bedeutung darin liegt, dass vor allen Anderen ihnen die Einzelbewegungen der Gelenke aufgetragen sind, indess durch die zweigelenkigen Muskeln zwei Gelenke behufs Ausführung einheitlicher Bewegungen wechselweise mit einander verknüpft werden, wodurch allein schon ein gewisser Zwang in die Bewegung, selbst in die einer ganzen Extremität hineingelegt, ja bedingt ist, sei es auch nur betreffend die Aufeinanderfolge der Bewegungen bei Vornahme bestimmter Acte. Indem ich dabei von den eigentlichen Schultermuskeln und in Folge dessen auch von den Hüftmuskeln absehen musste, beschränke ich die Untersuchung blos auf die beim Menschen als *Brachialis, Anconei breves, Vasti, Caput breve bicipitis fem.* und *Soleus* bezeichneten Muskeln, welche alle an zweigelenkige Muskeln oder Muskelköpfe geknüpft sind.

Anlangend das Verhältniss zwischen Orang und Mensch ist in der nachstehenden Tabelle *G* in der ersten Zeile das Verhältniss des *Biceps brachii* zum *Brachialis*, in der zweiten des *Anconeus longus* zu den beiden kurzen *Anconei*, in der dritten des *Rectus fem.* zu den *Vasti*, in der vierten des *Biceps fem. cap. longum* zum *Cap. breve* und in der fünften des *Gastrocnemius* zum *Soleus* gezeichnet, und die zweigelenkigen Muskeln mit dem Werthe = 1 eingestellt. (Tabelle *G*, siehe S. 31.)

Die nähere Durchsicht dieser Tabelle berechtigt in keiner Weise zu der Annahme, dass sich der Orang in Betreff der Massenentwicklung der ein- und zweigelenkigen Portionen, sowohl der Beuger, als auch der Strecker des Ellbogengelenkes wesentlich vom Menschen unterscheide, da selbst die für den Menschen ausgewiesenen, auf die eingelenkigen Muskeln bezüglichen Coëfficienten sehr beträchtlich schwanken. Es können diese Schwankungen zu einem Theile auf den bei den Wägungen dieser

G. Verhältniss der zweigelenkigen Muskeln, diese = 1, zu den eingelenkigen.

Orang	Fünfjähriger Knabe	Dreijähriger Knabe	Vierjähriges Mädchen
17·0 : 21·5 = 1 : 1·26	13·2 : 14·9 = 1 . 1·12	8·9 : 9·8 = 1 : 1·10	6·4 : 9·1 = 1 : 1·42
10·0 : 17·2 = 1 : 1·72	20·8 : 30·7 = 1 : 1·47	15·9 : 25·6 = 1 : 1·61	9·6 : 15·9 = 1 : 1·65
7·0 : 22·0 = 1 : 3·14	26·1 : 157·5 = 1 : 6·03	16·7 : 99·8 = 1 : 5·91	11·8 : 76·3 = 1 : 6·46
7·0[1] : 3·0 = 1 : 0·42	23·4 : 7·1 = 1 : 0·30	14·1 : 8·0 = 1 : 0·56	8·7 : 3·8 = 1 : 0·43
8·5 : 6·7 = 1 : 0·78	40·2 : 52·3 = 1 : 1·30	27·5 : 32·1 = 1 : 1·16	14·8 : 20·5 = 1 : 1·38

[1] Der lange Kopf des *Biceps fem.* ist nur mit dem dritten Theil seines Gesammtwerthes eingestellt, mit Rücksicht auf den Gesammtwerth würde der Coëfficient sich auf nur 0·14 stellen.

verhältnissmässig kleineren Fleischmassen unterlaufenen Fehlern beruhen, dürften aber zu einem anderen Theile sich auch in individuellen Varietäten gründen, wie sich dies aus einer grösseren Reihe von Wägungen der betreffenden Muskel und Muskelportionen von verschiedenen Individuen ergeben hat. Würde der *Supinator longus* zu den eingelenkigen Beugern des Ellbogengelenkes hinzugerechnet, so würde sich ganz zweifellos für den Orang ein noch günstigeres Verhältniss für die eingelenkigen

Muskeln herausstellen, als für den Menschen. Trotz aller dieser Variationen bestätigt sich aber doch das vorhin beim Menschen nachgewiesene Überwiegen der Strecker über die Beuger auch im Unterschiede vom Orang, insbesondere beim Vergleiche der Werthe der eingelenkigen Beuger und Strecker des Ellbogengelenkes; denn ungerechnet den *Supinator* übertrifft beim Orang der *Brachialis* allein schon (21·5 Gr.) die kurzen *Anconei* (17·2 Gr.), indess beim Menschen umgekehrt die kurzen *Anconei* stets schwerer sind als der *Brachialis*.

In Betreff der ein- und zweigelenkigen Beuger des Kniegelenkes lässt sich kein namhafter Unterschied des Menschen vom Orang nachweisen, es müsste denn sein, dass man für den Orang den Gewichtswerth seines ganzen *Caput long. bicipitis fem.* (mit 21·0 Gr.) dem Gewichtswerthe des *Caput breve* gegenüberstellen wollte, wo dann der Coëfficient für das letztere allerdings bis auf 0·14 zurückgehen würde.

Anders aber stellt sich das Verhältniss trotz so mancher beim Menschen nachweisbarer Varietäten in Betreff der ein- und zweigelenkigen Strecker des Knie- und Sprunggelenkes, denn der Coëfficient für die *Vasti* ist beim Menschen um das Doppelte höher, als beim Orang. Und wenn auch der Coëfficient für den *Soleus* beim Menschen sich numerisch nicht so hoch über den des Orang erhebt, ja, wie aus den E. Weber'schen Gewichtswerthen für den *Gastrocnemius* + *Plantaris* und den *Soleus* = 340·4 und 334·7 Gr. sich ergibt, sogar bis auf 0·98 herabgehen kann, so ist das Rücktreten des eingelenkigen *Soleus* gegen den *Gastrocnemius* beim Orang schon durch die Ansatzverhältnisse des Muskels dargethan, indem derselbe, statt wie beim Menschen von beiden Unterschenkelknochen Fasern zu beziehen, sich beim Orang blos oben an der Fibula anheftet.

Alles das sind jedenfalls Verhältnisse, welche wieder mit der verschiedenen Bestimmung der beiden Extremitäten im innigsten Einklang stehen. Des Menschen Arm unterscheidet sich von dem des Orang nur durch Kräftigung der Strecker des Ellbogengelenkes, das Hinterbein des Orang aber von der unteren Extremität des Menschen nicht nur durch Abschwächung der Strecker sowohl des Knie- und Sprunggelenkes überhaupt, sondern insbesondere noch durch Rücktreten der eingelenkigen Köpfe.

Damit ist schon sozusagen der Übergang zu den Quadrupeden eingeleitet; denn bei diesen treten die eingelenkigen Muskeln auch an der oberen Extremität hinter die zweigelenkigen zurück, ja es schwinden einzelne derselben an der hinteren Extremität gänzlich, und es werden im Gegensatze dazu sogar die zweigelenkigen theils durch Herbeiziehen benachbarter Muskeln oder durch Hinzutreten neuer Köpfe nicht unbeträchtlich verstärkt. Es lässt sich dies am Hunde, Kaninchen und Pferde alsbald nachweisen.

Biceps und *Brachialis* verhalten sich

beim Hunde = 20·5 : 11·8 = 1 : 0·57,
beim Kaninchen = 2·1 : 0·65 = 1 : 0·30,

der eingelenkige *Brachialis* hat daher im Verhältniss zum zweigelenkigen Biceps bei diesen Thieren eine beträchtliche Abnahme erfahren, auch beim Pferde, dessen Biceps mächtig ausgebildet, der *Brachialis* aber nicht stärker ist als bei einem kräftigen Manne.

Anconeus longus verhält sich zu den *Anconei breves*

beim Hunde = 79·8 : 64·0 = 1 : 0·80,
beim Kaninchen = 6·7 : 3·8 = 1 : 0·56.

Daraus ist abermals wieder ein Rückgang der eingelenkigen Portionen ersichtlich. Beim Pferde ist dies noch mehr der Fall, wo der dem *Anconeus longus* des Menschen entsprechende zweigliederige Muskel noch durch eine mächtige, gleichfalls an der Scapula haftende Portion verstärkt wird, ohne eine entsprechende Zunahme der kurzen *Anconei*.

Rectus femoris verhält sich zu den *Vasti*

beim Hunde = 38·1 : 110·6 = 1 : 2·90.

Wird aber als zweigelenkiger Strecker des Knies auch der *Tensor fasciae* mit 17·1 Gr. und die eine Portion des *Sartorius* mit 16·5 Gr. eingestellt, welche beide Muskeln thatsächlich ihre Aponeurosen zur Streckersehne abgeben, so gestaltet sich das Verhältniss

wie = 71·7 : 110·6 = 1 : 1·54

beim Kaninchen nach Einbeziehung der zweigelenkigen Verstärkungsmuskeln

$$\text{wie} = 15{\cdot}4 : 19{\cdot}2 = 1 : 1{\cdot}24.$$

Obgleich die eingelenkigen *Vasti* noch nicht vollends hinter die zweigelenkigen Muskeln zurückgetreten sind, so zeigen sie auch schon gegenüber dem Orang einen namhaften Rückgang, welcher sich beim Pferde sogar schon gegenüber dem alleinigen Rectus ohne Einbeziehung der Verstärkungsmuskeln nachweisen liess. Dieser Muskel verhält sich zu den *Vasti* bei einem Pferde

$$\text{wie } 1670{\cdot}0 : 3030{\cdot}0 = 1 : 1{\cdot}81.$$

Noch viel tiefer herab sinken bei den Quadrupeden die Werthe der eingelenkigen Beuger des Knies und der eingelenkigen Strecker des Sprunggelenkes. Denn der kurze Kopf des *Biceps femoris* entfällt bei ihnen vollends, der *Soleus* aber ist beim Hunde durch Vereinigung mit dem *Gastrocnemius* auch zu einem zweigelenkigen Muskel geworden und wird beim Kaninchen nur durch ein ganz dünnes Fleischbündel vertreten und ist beim Pferde bis auf ein ganz dünnes Fleischband eingeschrumpft. Bemerkenswerth bleibt daher das Vorhandensein eines, wenn auch noch sehr reducirten *Soleus* beim Orang, überhaupt bei den Affen, weil sich dieses Geschlecht gerade durch diesen Muskel streng von den eigentlichen Quadrupeden sondert und in Folge dessen ein Übergangsglied zum Menschen darstellt.

Wie wichtig das Eingreifen gerade dieses Muskels in den Mechanismus des aufrechten Stehens ist, dürfte sich ganz deutlich aus der folgenden Betrachtung ergeben.

Man denke sich einen Mann in der Hocke und zwar mit vorgeneigtem Rumpfe, und damit der Fall möglichst vereinfacht sei, so dass er mit ganzer Sohle den Boden berührt. Bei dem Bestreben, sich aufzurichten, muss er den Unterschenkel aus der nach vorne geneigten Lage in die senkrechte bringen (eine Plantarflexion im Sprunggelenke veranlassen), wobei gewiss der *Soleus* in erster Linie betheiligt ist. Allerdings würde dabei der Körper auf dem noch immer gebeugten Knie auch nach rückwärts weichen; wenn aber dieses Ausweichen desselben nach

hinten verhindert ist, so muss durch die Aufrichtung des Unterschenkels auch eine Streckung des Kniegelenkes ganz passiv eingeleitet und so der Körper vollends auf das ganz gesteifte Bein gehoben werden und zwar ganz nach dem Principe jenes Mechanismus, den man mit dem Namen Kniepresse bezeichnet (Schema, Fig. 5). Das Ausweichen des Oberkörpers nach rückwärts besorgt aber der Rumpf selbst, indem er durch seine Vorneigung dem Bestreben nach hinten zu weichen, das Gleichgewicht hält. Wenn man nun auch behaupten wollte, dass die absolute Kraft des *Soleus* allein nicht ausreiche, den Körper zu erheben, so wird man doch sein Bestreben, nach der angedeuteten Weise sich zu bethätigen, zugeben müssen. Ich möchte sagen, dass man es bei dem geschilderten Acte ganz wohl empfindet, wie die Kniee nach rückwärts gezogen werden.

Es lässt sich also füglich behaupten, dass gänzlicher Entgang oder doch Abschwächung des *Soleus* die Möglichkeit der aufrechten (orthoskelen) Haltung des Körpers benimmt oder doch sehr beschränkt, und dass man aber dagegen wieder in seiner kraftvollen Ausbildung ein Charakteristikon menschlicher Organisation finden kann.

Wie aus den gegebenen Nachweisen ersichtlich ist, geht die Rückbildung der eingelenkigen Muskeln Hand in Hand mit einer Verstärkung der zweigelenkigen Muskeln nicht blos relativ, sondern zumeist absolut; da manche der zweigelenkigen sogar von benachbarten Muskeln oder von neuen Muskelköpfen Fleisch an sich ziehen. Sie können sich also auch vermehren und überdies peripheriewärts weiter, sogar über das nächstgelegene Gelenk ausgreifen; und gerade darin liegt die hohe Bedeutung des von Lucae nachgewiesenen Zurückweichens der terminalen Muskelenden, beziehungsweise des Vorgreifens derselben, wovon noch beim Orang zum Unterschiede vom Menschen der *Latissimo-condyloideus* und die langen Muskeln an der Beugeseite des Oberschenkels Zeugniss ablegen, noch mehr aber der Zusammenhang des *Biceps femoris* und des *Semitendinosus* mit der Achillessehne, also das Übergreifen derselben vom Hüftgelenke über das Kniegelenk hinweg bis auf's Sprunggelenk beim Hunde, Kaninchen, Pferde u. s w. Leider war ich nicht in der Lage, diese Untersuchungen auf eine grössere Reihe von

Säugethieren auszudehnen, doch dürfte sich schon aus den Muskelverhältnissen bei den bezeichneten Thieren Manches über die Bedeutung dieser zweigelenkigen Muskeln für die eigenthümliche Gebrauchsweise der Extremitäten entnehmen lassen.

Vorerst, dass durch die Einschaltung der zweigelenkigen Muskeln die Gelenke miteinander verkoppelt werden, dass in Folge dessen in die Bewegung schon ein gewisser Grad von Zwang gelegt ist, sowohl betreffend die Mitbetheilung verschiedener Gelenke an derselben, als auch betreffend die Richtung der Bewegung.

In letzterer Beziehung ist es nicht schwer zu constatiren, ja selbstverständlich, dass gerade die zweigelenkigen Muskeln sich in eine durch den Knochen des betreffenden Gliedes orientirte Ebene einordnen, in der übergrossen Mehrzahl der Fälle kaum anders denn als Beuger und Strecker, wodurch natürlich nicht nur der Bewegung des einzelnen Gelenkes, sei es auch eines Kugelgelenkes, sondern auch der Bewegung der ganzen Gliedmasse eine bestimmte Richtung angewiesen wird.

Durch diese Muskeln wird somit von vorneherein ein bestimmter Mechanismus in jede Extremität gelegt, von welchem abzugehen es zunächst nur durch die eingelenkigen Muskeln möglich ist, welche sowohl Gelenke als auch Glieder wieder unabhängig von einander in Bewegung setzen können. Je mehr also einerseits eingelenkige Muskeln vorhanden sind und je kräftiger sie sind, desto grösser ist die Vielseitigkeit in der Verwendung einer Extremität und andererseits je mehr und je stärker die zweigelenkigen Muskeln vertreten sind, desto mehr wird die Gebrauchsweise der Glieder eingeengt und einseitig, mitunter sogar ganz bestimmten Zwecken untergeordnet.

Es lässt sich dies schon aus dem Vergleiche der Musculatur der oberen und unteren Extremität des Menschen darthun. Man beachte nur die grosse Menge von zweigelenkigen Muskeln in der Beugergruppe am Oberschenkel: *Semimembranosus*, *Semitendinosus*, langer Kopf des *Biceps*, denen sich in zweiter Linie auch noch der *Gracilis* und selbst der *Sartorius* anschliessen und

denen nur ein einziger eingelenkiger Muskel, der kurze Bicepskopf beigegeben ist, indess am Arme ausser dem dem Biceps gleich starken Brachialis auch noch der *Supinator longus* die eingelenkige Muskulatur vertritt. In gleicher Weise verhält es sich mit dem Gastrocnemius als dessen Analogon kaum der *Ulnaris internus* betrachtet werden kann. Allerdings tritt an ihn auch ein kräftiger eingelenkiger Muskel, der *Soleus* heran, doch ist soeben dessen directeste Beziehung zum aufrechten Stande und Gange dargethan. Schulter- und Ellbogengelenk sind in allen ihren Bewegungen vollständig von einander unabhängig, indess die Bewegungen des Hüft-, Knie- und Sprunggelenkes sich bei grösseren Excursionen ihren Bewegungsumfang beeinträchtigen. Der Arm ist nach allen Richtungen frei excursionsfähig, während das Bein zumeist nur in der Richtung der Symmetrieebene des Körpers pendelt.

Nun erst im Vergleiche mit den Quadrupeden, wo das *Caput breve bicipitis* und der Soleus vollends entfallen, wo die Vasti mit ihrer Masse hinter den auch noch durch die Nachbarschaft verstärkten Rectus, wo der lange Kopf des Biceps bis über das Sprunggelenk ausgreift, alle drei Gelenke in gleicher Weise und zu gleichem Zwecke, nämlich die Streckung des Beines beherrschend, wo endlich auch der lange Kopf des *Triceps brachii* von der Scapula und selbst aus dem *Latissimus dorsi* Verstärkungen an sich zieht, dagegen der *Brachialis* zurücktritt, der *Supinator longus* (beim Hunde) sogar ausfällt.

Aus diesem Überwiegen der zweigelenkigen Muskeln, dann aus der Vermehrung und Verschiebung der Ansätze, erklärt sich auch die Abrundung der Beugewinkel des Schulter-, Hüft- und Kniegelenkes, ferner die Abplattung des Oberarmes und Oberschenkels bei den Quadrupeden; und gerade da ist deutlich zu sehen, dass die überwiegenden, durch die zweigelenkigen Muskeln vertretenen Zugkräfte direct in die Richtung der Bewegungsebene des Körpers verlegt sind, und dass bei Benützung der Extremitäten kaum eine Abweichung derselben zur Seite gestattet ist, dass also die beiden Extremitäten ausschliesslich als Locomotionsorgane organisirt sind.

Beachtet man beim Ablaufe einer ganz ungezwungenen, geradezu mechanisch bewerkstelligten Gangbewegung die jedes-

malige Lage der Glieder, in welche dieselben während der einzelnen Phasen der Bewegung einer ganzen Extremität eintreten gerade beim Hunde, so fällt alsbald eine wechselweise Parallellagerung derselben auf. Es bleibt sowohl beim Beuge- wie auch beim Streckact an den Hinterbeinen die Hüfte (die Linie, in welche *Spina anterior inferior*, der Mittelpunkt der Pfanne und der hervorragendste Punkt des *Tuber ischii* hineinfallen) fast stets parallel mit dem Unterschenkel und der Oberschenkel mit dem Fusse; es ändert sich nur das Mass der beiden Beugewinkel und zwar werden dieselben gleichzeitig um fast gleichviel verkleinert oder vergrössert. Daraus folgt, dass die Differenzen in den Abständen der Ansatzpunkte eines zweigelenkigen Muskels so gross oder klein das Mass der Bewegung der Extremität sein mag, in der Regel ganz klein sind. Begreiflich, weil sich der eine Ansatzpunkt in dem Masse dem anderen nähert, als sich dieser vom anderen zu entfernen sucht. Es ist daher nur eine ganz geringe Verkürzung dieser Muskeln erforderlich, um schon grössere Ausschläge zu veranlassen, allerdings nur unter der Bedingung, dass sie an beiden Gelenken gleichzeitig und in entgegengesetzten Richtungen vor sich gehen.

In diesem Mechanismus dürfte, wie ich glaube, die naturgemässe Erklärung liegen für die Beobachtung von Ed. Weber, der zu Folge das Verhältniss der Länge der Muskelfasern zu der ihnen gestatteten Verkürzung (Differenz zwischen grösster und kleinster Länge) bei den zweigelenkigen Muskeln kleiner ist, als bei den eingelenkigen. A. Fick[1] hat diese anscheinende Abweichung von der auf die anderen Muskeln bezüglichen Regel durch die, wie sich zeigt ganz richtige Annahme zu erklären gesucht, dass solche Stellungen zweier von einem Muskel überschrittener Gelenke, welche dem Muskel das möglichste Maximum oder Minimum der Länge vorschreiben, wahrscheinlich nur selten sind; es sind dies in der That Fälle, welche mit Beziehung auf die Gangweise des Hundes gewiss kaum eintreten.

---

[1] Moleschott's Untersuchungen, B. VII, Artikel XII.

Daraus ergibt sich schon von vorne herein, dass die Längen zweigelenkiger Muskeln (beim Hunde) auch nicht ausreichen, um gleichzeitig in den beiden von ihnen überschrittenen Gelenken solche Excursionen zuzulassen, wodurch ihre Ansatzpunkte ihren Maximalabstand erreichen würden; dies wäre dann der Fall, wenn die Excursionen in beiden Gelenken nach derselben Richtung vollzogen werden wollten. Den Winkel zwischen Schulterblatt und Oberarm zu verkleinern und gleichzeitig das Ellbogengelenk zu strecken, also beide Gelenke nach hinten zu bewegen, lässt der Biceps nicht zu; den ersten Winkel erweitern und das Ellbogengelenk zugleich zu beugen, also beide Gelenke nach vorne zu bewegen, lässt wieder der lange Kopf des Triceps nicht ausführen; wohl aber lassen es beide Muskeln zu, dass beide Winkel gleichzeitig sich öffnen oder schliessen. Sie gestatten es also, mit dem ganzen Beine selbst grosse Excursionen auszuführen, d. h. dasselbe im Maximo in allen Gelenken zu beugen oder zu strecken; und zwar desshalb, weil dabei die Excursionen in den beiden Gelenken stets in entgegengesetzter Richtung, in dem einen nach vorne, in dem andern nach hinten vor sich gehen. Und prüft man nach vollzogener Streckung des ganzen Beines die Abstände der Ansatzpunkte, z. B. des *Biceps brachii* oder des *Gastrocnemius*, so findet man, dass die Ansatzpunkte dieser Muskeln kaum weiter auseinander gerückt sind, als sie es waren in dem Zustande, wo das Bein in allen seinen Gelenken gebeugt war.

Darin liegt auch für eine im ersten Augenblicke überraschende Erscheinung die richtige Erklärung. Wenn man nämlich einem Hunde bei fixirter Scapula den Oberarm zurückbiegt, beugt sich auch, und zwar ganz mechanisch das Ellbogengelenk mit; es streckt sich dagegen, wenn der Oberarm nach vorne bewegt wird. Bei Rückwärtsbewegung des Oberschenkels streckt sich wieder das ganze Bein, auch am lebenden Thiere, es mag sich dagegen wie immer sträuben. Es wird nämlich bei diesem Versuche die Bewegung in Folge der unzureichenden Länge des passiv gespannten Muskels im Sinne der Anlage des ganzen Mechanismus von einem Gelenke auf das zweite übertragen. Und dass sich bei diesem Zwangsact der eine oder der andere der antagonistischen zweigelenkigen Muskeln auch in Vivo kaum anders als ein elastisches Binde-

mittel verhält, lässt sich durch die Textur des *Biceps brachii* vom Pferd darthun, gleichwie dieser Muskel auch den Beweis dafür abgeben kann, dass er trotz seiner Länge, sich doch nur um Weniges verkürzen kann.

Der Muskel ist nämlich von beiden Enden her von Aponeurosen durchsetzt, welche sich wechselweise in einander schalten und mit ihren Flächen den schichtenweise zwischen ihnen liegenden Fleischbündeln die Haftpunkte darbieten. An Längsdurchschnitten, welche mehrere Fleischlagen durchdringen, sieht man die Fleischbündel doppelfiedrig um die Durchschnittslinien der Aponeurosen angeordnet; sie liegen also schief und sind ungleich lang, aber trotz der grösseren Länge des compacten Fleischkörpers (circa 22 Ctm.) doch kaum länger als 3·5 Ctm., häufig aber auch nur 0·35 Ctm. lang. Der innere Vorgang bei der Contraction dieses Muskels besteht also zunächst in einer gegenseitigen Verschiebung der aponeurotischen Wurzeln der beiden Endsehnen an einander. Das Auffälligste an dem Muskel ist aber, dass er mitten zwischen seinen zwei Fleischportionen, und zwar seiner ganzen Länge nach von einem platten, ansehnlich breiten und dicken Sehnenstrange durchzogen ist, welcher beiderseits, ohne irgendwo von Fleisch unterbrochen zu sein, in die Endsehnen (oben in die Sehnenrolle) übergeht. Durch diesen Sehnenstrang ist von vorne herein die Maximaldistanz der beiden Ansatzpunkte des Muskels bestimmt, indem die beiden Knochen durch ein wirkliches Ligament mit einander verbunden werden und in Folge dessen der Fall gegeben ist, wo durch Spannung dieses Muskels die am Schultergelenk durch Contraction eines Muskels erfolgte Bewegung direct und passiv, also ganz maschinenmässig auf das Ellbogengelenk übertragen wird.

Das Wesentliche und Eigenthümliche in der Anlage der zweigelenkigen Muskeln besteht somit zunächst in der durch sie hergestellten Verknüpfung von Gelenken; in Folge dessen ferner in der Möglichkeit eine Bewegung von einem auf ein zweites Gelenk ganz passiv zu übertragen, selbst in dem Falle, wenn der active Impuls zur Gesammtbewegung von diesem Gelenke weiter abliegen sollte; also auch in der Möglichkeit Gelenkbewegungen zu veranlassen durch Bethätigung von Muskeln, welche das betreffende Gelenk

gar nicht überschreiten. Es lässt sich ganz gut vorstellen, dass, wenn der *Rectus femoris* beim Hunde das Kniegelenk streckt, der *Gastrocnemius* blos durch passive Spannung die Streckbewegung auf das Sprunggelenk überträgt; oder dass, wenn der *Latissimus dorsi* mit dem *Teres major* beim Hunde oder Pferde den Oberarm an das Schulterblatt heranziehen, der *Biceps brachii* schon vermöge seiner passiven Spannung alsbald eine Beugung im Ellbogengelenk veranlasst. Wurde doch auch vorhin vom *Soleus* des Menschen dargethan, dass er als Kraft an einer Kniepresse angreifend, das ganze Bein gewissermassen von unten hinauf zu strecken vermag, wie andererseits der *Gluteus* vereint mit der eingelenkigen vom *Tuber ischii* zum *Femur* gehenden Portion des *Biceps femoris* schon das ganze Hinterbein des Hundes von oben aus, beispielsweise beim Sprunge zu strecken vermöchte, indem der *Rectus cruris* schon durch seine passive Spannung die Bewegung auf das Knie, und der *Gastrocnemius* auf das Sprunggelenk übertragen könnte, sogar ganz abgesehen von der Verbindung des *Biceps femoris* mit der Achillessehne, welche gleichwie die Verbindung des *Semitendinosus* durchschnitten werden kann, ohne Störung des Experimentes in cadavere (Schema, Fig. 6).

Die zweigelenkigen Muskeln legen daher in die Gliedmassen schon ganz bestimmte Mechanismen, welche mitunter ganz unwillkürlich, geradezu zwangsweise in Gang gesetzt werden und unterordnen fast die Gliedmassen von vorne herein ganz bestimmten Zwecken, und zwar um so mehr, je mehr sie der Zahl und der Masse nach überwiegen. Von diesem Zwange des Mechanismus kann eine Gliedmasse eben nur durch die eingelenkige Musculatur emancipirt werden, welche ihr die unabhängige Bewegung jedes einzelnen Gelenkes und damit die freie Verwendbarkeit wiedergibt.

Aus diesen Ursachen begründet die Vertheilung der beiden Musculaturen so wesentliche Unterschiede in der Organisation von Mensch und Orang einerseits, und des Orang von den Quadrupeden andererseits.

Da es sich bei dieser Untersuchung gerade nur um die Gegenüberstellung dieser dreierlei Organisationen handelt, muss ich darauf verzichten, den Nachweis zu liefern, was sich von dem

durch die zweigelenkigen Muskeln hergestellten Mechanismus immer noch beim Menschen so zu sagen erhalten hat, und welche Vortheile daraus doch wieder für den Gebrauch der Extremitäten des Menschen sich ergeben. Ich verweise bezüglich auf diese Verhältnisse auf eine kleine schon im Jahre 1859 von mir veröffentlichte Mittheilung. [1] Auf Fälle von Insufficienz der Muskellängen an den unteren Extremitäten beim Menschen hat Henke aufmerksam gemacht. [2]

Zum Schlusse habe ich mir noch die Frage gestellt, ob sich aus den bisherigen Erhebungen über die Vertheilung der Musculatur nicht auch Anhaltspunkte ergeben würden für den Bestand von Verschiedenheiten beim Embryo und Neugebornen gegenüber dem Erwachsenen, ob nämlich die Musculatur beim Neugebornen insbesondere die von den unteren Extremitäten bereits verhältnissmässig jene Ausbildung besitzt, welche dem Erwachsenen zukommt.

Anhaltspunkte, dies in Abrede zu stellen, bietet genügend die Tabelle *C* (pag. 199), und zwar schon durch die Abnahme jenes Coëfficienten in der Reihe vom Erwachsenen zum Neugebornen herab, in welchem das Verhältniss der Gesammtmusculatur der oberen Extremität zu der der unteren Extremität zum Ausdrucke kommt.

Der besseren Übersicht wegen sollen die Coëfficienten nach der Beschaffenheit der verzeichneten Individuen in drei Gruppen gebracht werden; die erste Gruppe begreift die auf Erwachsene bezüglichen vier Coëfficienten, die zweite betrifft die drei Kinder, welche bereits von ihren Gangwerkzeugen Gebrauch gemacht haben und die dritte bezieht sich auf die zwei Neugebornen. Da ergibt sich als durchschnittlicher Coëfficient:

für die 1. Gruppe die Zahl = 3·00,
für die 2. Gruppe die Zahl = 2·96 und
für die 3. Gruppe die Zahl = 2·40.

---

[1] Wiener medic. Wochenschrift, 1859. Nr. 11, 12, 13.
[2] Henle-Pfeufer's Zeitschrift. 3. Folge 33. Band.

Diese Zahlen bezeugen einerseits, dass bei Kindern, welche bereits gehen, die Musculatur der unteren Extremität zur vollen typischen Ausbildung gelangt ist, noch nicht aber bei Neugebornen, deren Beine in der That auch mager genug aussehen. Ich halte den ausgewiesenen Coëfficienten von 2·40 geradezu für einen maximalen, da ich in einem dritten, erst später mir zugekommenen Falle eines Todtgebornen das Verhältniss zwischen oberer und unterer Extremität noch tiefer gesunken angetroffen habe, nämlich = 1 : 1·99 und weil sich aus den von Bischoff genommenen Gewichten (für die rechte Seite) in einem Falle ein Coëfficient von 2·22 in einem zweiten sogar nur von 1·53 ergibt.

Der Schluss ist gewiss nicht unberechtigt, wenn ich behaupte, dass die Musculatur der oberen Extremität beim Neugebornen mindestens der Masse nach in ihrer Ausbildung weiter gediehen ist, als die der unteren Extremität und dass diese erst beim Gebrauche, vielleicht sogar erst durch den Gebrauch ihre volle Ausbildung erlangt. Es steht diese Behauptung auch in vollem Einklange mit der constatirten Differenz im Längenwachsthum der Extremitäten, denn bekanntlich ist die untere Extremität fast um das Fünffache kürzer, als die des Erwachsenen, während die obere sich kaum um das Vierfache verlängert.

Welche Veränderungen dabei innerhalb des ganzen Muskelcomplexes des Beines vor sich gehen, wie sich dabei die einzelnen Gruppen, insbesondere die Strecker, verhalten, das zu entscheiden, reichen meine Erhebungen nicht aus, es müssten die Schlüsse auf eine viel grössere Reihe von Vergleichen sich gründen. Ich habe es zwar versucht, die Procente der Strecker aus der Gewichtssumme sämmtlicher Muskeln der unteren Extremität zu erheben, konnte aber in dieser Beziehung keine namhaften Differenzen finden. Würde sich dies bei Untersuchung grösserer Reihen von Erwachsenen und Kindern bestätigen, dann könnte man sagen, dass auch die inneren Proportionen der Musculatur gerade so von vorne herein schon beim Neugebornen vorgebildet sind, wie die Längen der einzelnen Skeletabschnitte; denn auch beim Neugebornen ist schon die Länge des Ober-

schenkels gleich der des Unterschenkels (gemessen zwischen den Drehpunkten der drei Hauptgelenke).

Im Vergleiche mit dem Orang stellt sich aber die Musculatur der unteren Extremität des Menschen schon bei der Geburt im Verhältniss zu der der oberen Extremität schon weiter ausgebildet dar als beim Orang.

Auf die Untersuchung von solchen individuellen Verschiedenheiten im relativen Ausmasse einzelner Muskelgruppen, wie sie etwa Lebensweise und Beschäftigung mit sich bringen, näher einzugehen, dürfte bei dem gegebenen Leichenmateriale, dessen Abkunft nicht näher bekannt ist, kaum thunlich sein, dagegen versuchte ich zu ermitteln, ob sich im grossen Ganzen Verschiedenheiten in der Vertheilung der Musculatur durch Abmagerung ergeben. Desshalb habe ich die Muskelgewichte eines mageren Mannes in die Tabellen *A* und *B* eingestellt, auch die gewichtigeren Muskeln eines sehr kräftigen Mannes und zweier abgemagerter Männer gemessen und verglichen.

Bei diesen Vergleichen zeigten sich alsbald einige, offenbar aber nur individuelle in den Bereich des Physiologischen einzubeziehende Verschiedenheiten, beispielsweise dass der *Soleus* ausnahmsweise kräftiger war als der *Gastronemius*, dass manchmal der *Brachialis*, manchmal der *Biceps brachii* stärker war, letzteres geradezu meist bei kräftigen Individuen; dass ferner auch das Verhältniss der *Anconei* zum *Caput longum tricipitis* und der *Vasti* zum *Rectus femoris* kein ganz constantes war. Daraus folgt schon, dass an der Verhältnisszahl für die Abmagerung der einzelnen Muskeln bemerkenswerthe Schwankungen sich zeigten. Beim Vergleiche aber der Gesammtheit der Musculaturen an beiden Extremitäten fiel die Vergleichsziffer vom mageren Manne doch immer noch kaum wesentlich kleiner aus als vom musculösen Mann. Das Sinken der Verhältnisszahl vom vierjährigen, stark abgemagerten Mädchen zum Nachtheile der Musculatur der unteren Extremität ist allerdings schon etwas grösser und in Zusammenhang gebracht mit der noch kleineren Verhältnissziffer des gleichfalls mageren zweijährigen Mädchens, insbesondere aber mit der des blos 46 Tage alten Kindes, welche sogar unter die Ziffer der Neugebornen gesunken ist, würde sie darthun,

dass das Fleisch der unteren Extremitäten so zu sagen beweglicher ist, rascher bei Abmagerungen schwindet, als das der oberen Extremitäten, vielleicht aber nur desshalb, weil bei länger dauernden Erkrankungen, insbesondere längerem Aufenthalte im Bette die unteren Extremitäten früher und mehr ausser Thätigkeit gesetzt werden, als die oberen Extremitäten. Vielleicht liesse sich selbst der unter allen verzeichneten auf Erwachsene bezügliche kleinste Coëfficient von dem Hingerichteten (nach Wägungen Bischoff's) durch die vorausgegangene Detention erklären.

So lange also grössere Muskelgruppen, insbesondere aber grössere Muskelcomplexe in die Vergleiche einbezogen werden, und wenn nicht stark abgemagerte, voraussetzlich also noch kurz vor dem Tode mobile Individuen zu den Untersuchungen benützt werden, kann man allenthalben eine proportionale Ausbildung, beziehungsweise Rückbildung der Musculatur voraussetzen.

Bei diesen Untersuchungen habe ich auch die Formverhältnisse abgemagerter Muskeln berücksichtigt und gefunden, dass sich auch die einfiederigen Muskeln, an welchen sich doch gewiss, schon durch Verkürzung der Ansatzlinien ihrer Fleischfaser am ehesten Differenzen zeigen müssten, solche nicht nachweisen lassen. Es hat z. B. der *Extensor hallucis* eines mageren Menschen eine im Verhältnisse zur Länge der *Tibia* gleich lange Ansatzlinie wie die von einem musculösen Menschen. Der Unterschied zwischen beiden Muskeln besteht nur darin, dass in einem Falle die Fleischbündel dichter zusammengedrängt sind, im anderen aber mitunter sogar durch grössere Zwischenräume von einander geschieden sind.

Erklärung der Figuren.

Fig. 1. Die Muskeln des Daumens vom Orang. *a, b, c, d, e* ihre fünf Portionen. *f* die *Retinacula* der Beugesehnen des vierten und fünften Fingers.

„ 2. Verbindung der Strecksehnen der vier dreigliederigen Finger durch Interdigitalaponeurosen.

„ 3. Beugemuskeln der Zehen. *a Flexor communis digitorum tibialis. b Flexor comm. dig. fibularis; c Flexor comm. dig. brevis; d Caro quadrata Sylvii.*

„ 4. Die Musculatur der grossen Zehe. *a, a', b, c, d, e* ihre fünf Portionen. *f Peroneus longus.*

„ 5. Schema des wirkenden *Soleus.*

„ 6. Schema der zweigelenkigen Streckmuskeln am Hinterbeine des Hundes. Bei *a* angedeutet als wirksame Kraft des *Gluteus* oder die obere Portion des *Biceps femoris.*

VII. SITZUNG VOM 13. MÄRZ 1879.

Herr Hofrath Freih. v. Burg übernimmt als Alterspräsident den Vorsitz.

Das w. M. Herr Director Dr. A. v. Kerner übersendet ein Exemplar seines Werkes, unter dem Titel: „Die Schutzmittel der Blüthen gegen unberufene Gäste“ (II. Aufl. Innsbruck 1879) für die akademische Bibliothek.

Das c. M. Herr Prof. L. Boltzmann in Graz übersendet folgende vorläufige Anzeige: „Das Mitschwingen eines Telephons mit einem andern wird durch Inductionsströme erzeugt; die Intensität derselben ist nicht der Ausweichung, sondern der Geschwindigkeit der schwingenden Eisenplatte proportional.

Herr Prof. Karl Zulkowsky an der technischen Hochschule in Brünn übersendet eine vorläufige Mittheilung, betitelt: „Ein organischer Farbstoff als Hyperoxyd.“

Herr Prof. Rich. Maly in Graz übersendet eine Arbeit über einen neuen Körper, das Nitrososulfhydantoin, an dessen Untersuchung sich auch Herr R. Andreasch betheiligt hat.

Herr Professor P. Weselsky übersendet eine vorläufige Mittheilung des Herrn H. Fischer, die Resorcinsulfosäuren betreffend.

An Druckschriften wurden vorgelegt:

Académie impériale de Sciences de St. Pétersbourg: Tome XXV. (Feuilles 15—20). St. Petersbourg, 1879; 4°.

— Royale des Sciences, des Lettres et des Beaux-Arts de Belgique: Bulletin. 47ᵉ Année, 2ᵉ Série, Tome 46, Nr. 12. Bruxelles, 1878; 8°.

— — Annuaire. 1879. 45ᵉ Année. Bruxelles, 1879; 12_0.

— de Médecine: Bulletin. 2ᵉ Série. Tome VIII. 43ᵉ année. Nrs. 8 & 9. Paris, 1879; 8°.

Accademia, R. delle Scienze di Torino: Atti. Vol. XIV. Disp. 1ª (Novembre—Dicembre 1878). Torino, 1878; 8°.

Akademie der Wissenschaften, königl. Schwedische: Öfversigt af Förhandlingar. XXXV. Jahrgang, Nr. 6, 7 & 8. Stockholm, 1878; 8°.

— — in Krakau: Pamiętnik. Tom IV. W Krakowie, 1878; 4°.

Apotheker-Verein, allgem. österr.: Zeitschrift (nebst Anzeigen-Blatt). XVII. Jahrgang, Nr. 8. Wien, 1879; 4°.

Archivio per le scienze mediche. Vol. III. Fascicolo 2°. Torino, 1879; 8°.

Astronomische Nachrichten: Band XXIV; 13, 14 & 15. Nr. 2245—7. Kiel, 1879; 4°.

Central-Commission, k. k. statistische: Statistisches Jahrbuch für das Jahr 1876. 5. & 8. Heft. Wien, 1879; 4°.

— — Nachrichten über Industrie, Handel u. Verkehr. XV. Bd., 3. Heft. Statistik des österreichischen Postwesens im Jahre 1877. Wien, 1878; 8°.

Comptes rendus des séances de l'Académie des sciences. Tome LXXXVIII, Nr. 8. Paris, 1879; 4°.

Gesellschaft, medicinisch-naturwissenschaftliche zu Jena: Denkschriften. II. Band, 3. Heft. Jena, 1879; Fol.

— österr., für Meteorologie: Zeitschrift. XIV. Band. Märzheft 1878. Wien; 4°.

Gewerbe-Verein, n.-ö.: Wochenschrift. XL. Jahrg. Nr. 10. Wien, 1879; 4°.

Hortus petropolitanus: Acta. Tomus V. Fasciculus 2. St. Petersburg, 1878; 8°. — Descriptiones Plantarum novarum et minus cognitarum. Fasciculus 6. Auctore E. Regel. Petropoli, 1878; 8°.

Ingenieur- & Architekten-Verein, nied.-österr.: Wochenschrift. IV. Jahrgang, Nr. 10. Wien, 1879; 4°.

Kerner, Anton: Die Schutzmittel der Blüthen gegen unberufene Gäste. Innsbruck, 1879; gr. 4°.

Landwirthschafts-Gesellschaft, k. k. in Wien: Verhandlungen und Mittheilungen. Jahrgang 1879. Januar—Februarheft. Wien, 1879; 8°.

Militär-Comité, k. k. technisches & administratives: Mittheilungen über Gegenstände des Artillerie- und Genie-Wesens. Jahrgang 1879. Heft. Wien, 1879; 8°.

Mittheilungen aus J. Perthes' geographischer Anstalt, von A. Petermann. XXV. Bd., 1879. II. Gotha, 1879; 4°.

Nature. Vol. XIX. Nr. 488. London, 1879; 4°.

Nederlandsch Indische Regering: Bijdrage tot de kennis der Weersgesteldheid ter Kuste van Atjeh door Dr. P. A. Bergsma. Batavia, 1877; 4°.

Reichsforstverein, österr.: Österreichische Monatsschrift für Forstwesen. XXIX. Band. Jahrgang 1879. Märzheft. Wien, 1879; 8°.

„Revue politique et littéraire" et „Revue scientifique de la France et de l'Étranger". VIIIe Année, 2e Série. Nr. 36. Paris, 1879; 4°.

Società degli Spettroscopisti Italiani: Memorie. Dispensa 12^a Dicembre 1878. Palermo; 4°

— Veneto—Trentina die Scienze naturali: Atti. Anno 1877. Padova, 1878; 8°.

Société malacologique de Belgique: Procès-verbaux des Séances. Tome VII. Année 1878. Bruxelles; 8°.

Verein, naturwissenschaftlicher an der k. k. technischen Hochschule in Wien: Berichte. III. Wien, 1878; 8°.

Wiener Medizin. Wochenschrift. XXIX. Jahrgang 1879, Nr. 10. Wien; 4°.

VIII. SITZUNG VOM 20. MÄRZ 1879.

Herr Hofrath Freih. v. Burg übernimmt als Alterspräsident den Vorsitz.

Die Commission der Gewerbe- und Industrie-Ausstellung zu Teplitz ladet die kaiserliche Akademie der Wissenschaften zur Theilnahme an der diesjährigen Ausstellung ein, welche im Monate August eröffnet wird.

Das c. M. Herr Prof. Dr. R. Clausius in Bonn übermittelt den II. Band des von ihm herausgegebenen Werkes: „Die mechanische Wärmetheorie."

Das w. M. Herr Prof. A. Rollett übersendet eine im zootomischen Institute der Grazer Universität ausgeführte Arbeit des Herrn Dr. Arthur v. Heider unter dem Titel *„Cerianthus membranaceus*, ein Beitrag zur Anatomie der Actinien".

Das c. M. Herr Prof. Ad. Lieben zeigt an, dass er die in Gemeinschaft mit Herrn S. Zeisel unternommene Arbeit über die Einwirkung von Salzlösungen auf Aldehyde weiter geführt habe und dabei zu Resultaten von einigem Interesse gekommen ist.

Das c. M. Herr Prof. E. Weyr in Wien übersendet eine Abhandlung: „Über die Abbildung einer rationalen ebenen Curve dritter Ordnung auf einen Kegelschnitt."

Ferner übersendet Herr Prof. Weyr eine Abhandlung des Herrn Adolf Ameseder, ord. Hörers an der technischen Hochschule in Wien: „Über rationale Curven vierter Ordnung, deren Doppelpunktstangenten zum Theil oder ganz in Inflexionstangenten übergehen."

Der Secretär legt noch folgende eingesendete Abhandlungen vor:

1. „Über den Gang der Lichtstrahlen in einer homogenen Kugel", von Herrn Prof. Dr. Ferd. Lippich in Prag.

2. „Über die chemische Zusammensetzung des Pyroxylins und der Formel der Cellulose," von Herrn Prof. Dr. J. M. Eder in Troppau.

Der Secretär Herr Hofrath J. Stefan überreicht eine Abhandlung: „Über die Beziehung zwischen der Wärmestrahlung und der Temperatur."

Das c. M. Herr Prof. L. v. Barth legt eine von ihm selbst in Gemeinschaft mit Herrn Dr. G. Goldschmiedt ausgeführte Arbeit: „Studien über die Ellagsäure" vor.

An Druckschriften wurden vorgelegt:

Académie de Médecine: Bulletin. Tome VIII. 2e Série. 43. Année. Nr. 10. Paris, 1879; 8°.

Astronomische Nachrichten. Band 94; 16. Nr. 2248. Kiel, 1879; 4°.

Bibliothèque universelle: Archives des Sciences physiques et naturelles. III. Période. Tome I. Nr. 2. 15. Fevrier 1879. Genève, Lausanne, Paris; 8°.

Bureau des Longitudes: Annuaire pour l'an 1879. Paris; 12°.

Clausius, R.: Die mechanische Wärmetheorie. II. Band. Braunschweig, 1879; 8°.

Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences. Tome LXXXVIII, Nr. 9. Paris, 1879; 4°.

Exner, W. F. u. Lauböck Georg: Experimentelle Untersuchungen über Arbeitsverbrauch und Leistung an Sägemaschinen. 4°.

Gesellschaft, Berliner medicinische: Verhandlungen aus dem Gesellschaftsjahre 1877/8. Band IX. Berlin, 1879; 8°.

— deutsche chemische, zu Berlin: Berichte. XII. Jahrgang, Nr. 4. Berlin, 1879; 8°.

— k. k. geographische, in Wien: Mittheilungen. Band XXII. (neue Folge XII), Nr. 2. Wien, 1879; 4°.

Gewerbe-Verein, n.-ö.: Wochenschrift. XL. Jahrgang, Nr. 11. Wien, 1879; 4°.

Ingenieur- und Architekten-Verein, österr.: Wochenschrift. IV. Jahrgang, Nr. 11 Wien, 1879; 4°.

Journal, the American, of Science and Arts. Vol. XVII. Nr. 99. March, 1879. New Haven; 8°.

Journal, the American of Mathematics pure and applied. Baltimore, 1878, gr. 4°.

Königsberg, Universität: Akademische Gelegenheitsschriften ex 1878/9. 18 Stücke 4° & 8°.

Mittheilungen aus J. Perthes' geographischer Anstalt, von Dr. A. Petermann. Ergänzungsheft Nr. 57. Gotha, 1879; 4°.

Nature. Vol. XIX. Nr. 489. London, 1879; 4°.

Observatory of Harvard College: Annual Report. Cambridge, 1879; 8°.

— The: A monthly review of Astronomy. Nr. 23. March 1879. London; 8°.

Oppolzer, Th. v.: Entwicklung der Differentialquotienten der wahren Anomalie und des Radiusvector nach der Excentricität in nahezu parabolischen Bahnen. Berlin; 8°. — Neue Methode zur Bestimmung der Bahnelemente gleicher Wahrscheinlichkeit für einen kleinen Planeten aus den Beobachtungen einer Erscheinung. Berlin, 1878; 8°.

Osservatorio del R. Collegio Carlo Alberto in Moncalieri: Bullettino meteorologico. Vol. XIII, Nr. 8. Torino, 1878; 4°.

Reuter, Emile: Projet de Création d'une Colonie agricole belge dans l'Afrique centrale. Bruxelles, 1877; 12°. — Colonies nationales dans l'Afrique centrale sous la protection de Postes militaires. Bruxelles, 1878; 12°.

„Revue politique et littéraire" et „Revue scientifique de la France et de l'Étranger." VIIIe Année, 2e Série, Nr. 37. Paris, 1879; 4°.

Schweizerische meteorologische Beobachtungen. XIII. Jahrg. 1876. VII. Lieferung (Schluss). Titel und Beilagen zum XIII. Jahrgang. Zürich, 1876; 4°, XV. Jahrgang 1878. 2. u. 3. Lieferung. Zürich; 4°.

Šidlo, Thom. Dr.: Über einige Krankheitsfälle und deren Stellung zum Blattern-, Masern-, Scharlach- und Diphtheritis-Contagium. Wien, 1879; 8°.

Società, R. agraria di Gorizia: Atti e Memorie. Anno XVIII. Nuova Serie. Nr. 1. Gennajo 1879. Gorizia; 8°.

— degli Spettroscopisti italiani: Memorie. Dispensa 1^a. Gennaro 1879. 1879. Palermo; 4°.

Société philomatique de Paris: Bulletin. 6e Série. Tome XIe. 1874, 75 & 76. Paris, 1877; 8°. — 7e Série. Tome IIe 1877—1878. Paris, 1878; 8°. Nr. 4. 1877—78. Paris, 1878; 8°. 7e Série. Tome IIIe. Nr. 2. 1878—79. Paris, 1879; 8°.

— mathématique de France: Bulletin. Tome VII. — Nr. 2. Paris, 1879; 8°.

Society, the American geographical: Bulletin. Nr. 2, 3 & 4. 1878. New-York; 4°.

— the Royal Geographical: Proceedings and monthly Record of Geographie. Vol. I. Nr. 3. March. 1879. London; 8°.

— the Royal of Victoria. Transactions and Proceedings. Vol. XIII & XIV. Melbourne, 1878; 8°.

Verein, militär-wissenschaftlicher in Wien: Organ. XVIII. Band. 2. Heft. 1879. Wien; 8°.

Wiener Medizin. Wochenschrift. XXIX. Jahrgang, Nr. 11. Wien, 1879; 4°.

Wissenschaftlicher Club: Jahresbericht 1878—79. III. Vereinsjahr. Wien, 1879; 8°.

SITZUNGSBERICHTE

DER

KAISERLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

MATHEMATISCH-NATURWISSENSCHAFTLICHE CLASSE.

LXXIX. Band.

DRITTE ABTHEILUNG.

4.

Enthält die Abhandlungen aus dem Gebiete der Physiologie, Anatomie und theoretischen Medicin.

IX. SITZUNG VOM 3. APRIL 1879.

Herr Dr. L. Fitzinger übernimmt als Alterspräsident den Vorsitz.

Seine Excellenz der Herr Erzbischof von Kalocsa Dr. L. Haynald übermittelt mit Begleitschreiben ddto. Budapest 1. April l. J. ein Druckwerk des Advocaten und Directors des botanischen Gartens zu Palermo, Herrn Reichs-Senators von Italien Dr. A. Todaro unter dem Titel: „Relazione sulla cultura dei Cotoni in Italia, seguita da una monografia del genere Gossypium", welches der Verfasser sammt einem Atlasse in Farbendruck für die Bibliothek der kaiserlichen Akademie der Wissenschaften gewidmet hat.

Das w. M. Herr Prof. E. Suess übermittelt eine von dem Mitgliede der Petersburger Akademie der Wissenschaften Herrn Nikolai v. Kokscharow eingesendete Fortsetzung seines der akademischen Bibliothek einverleibten Werkes, betitelt: „Materialien zur Mineralogie Russlands." (Bd. VII, 1877 u. zu Bd. VIII 1878 die 1. Lief.)

Das w. M. Herr Prof. E. Hering in Prag übersendet zwei fernere Abhandlungen unter dem Titel: „Beiträge zur allgemeinen Nerven- und Muskelphysiologie", und zwar:

II. Mittheilung. „Über die Methoden zur Untersuchung der polaren Wirkungen des elektrischen Stromes im quergestreiften Muskel", vom Herrn Einsender selbst.

III. Mittheilung. „Über die polaren Wirkungen des elektrischen Stromes im entnervten Muskel", von Herrn Dr. Wilhelm Biedermann, Assistent am physiologischen Institut der Prager Universität.

Herr Prof. A. Bauer übersendet eine in seinem Laboratorium an der technischen Hochschule in Wien von dem Assi-

stenten Herrn W. Demel ausgeführte Arbeit, betitelt: „Zur Kenntniss der Phosphate des Zinks.“

Herr Dr. F. Hočevar, Assistent an der technischen Hochschule in Wien, übersendet eine Abhandlung: „Über die Lösung von dynamischen Problemen mittelst der Hamilton'schen partiellen Differentialgleichung.“

Herr Max Rosenfeld, Lehrer an der k. k. Oberrealschule in Teschen übersendet eine Abhandlung, betitelt: „Beitrag zur Kenntniss des Kupferchlorürs.“

Der Secretär legt noch eine Abhandlung des Herrn J. Vaněček, Professor an der städtischen Unterrealschule zu Jičin (d. Z. in Tábor): „Über die Centralflächen der Flächen zweiten Grades“ vor.

Das w. M. Herr Prof. Suess überreicht eine Abhandlung des Herrn Friedrich Teller in Wien, betitelt: „Geologische Beschreibung des nordöstlichen Thessalien.“

Das w. M. Herr Dr. A. Boué überreicht eine Abhandlung: „Über die Oro-Potamo-Limne-(Seen) und Lekave-(Becken) Graphie des Tertiären der europäischen Türkei“, ferner „Winke zur Ausfüllung der Lücken unserer jetzigen geographischen und geognostischen Kenntnisse dieser Halbinsel“, nebst einer Karte, Skizze eines Theiles der südbosnischen Kette und einem kurzen archäologischen Anhang.

Der Secretär überreicht eine Abhandlung: „Untersuchungen über die Diffusion der Salzlösungen“, von J. Schuhmeister, Assistenten am k. k. physikalischen Institute in Wien.

Das c. M. Herr Professor von Barth legt drei in seinem Laboratorium ausgeführte Arbeiten vor:

1. „Über Resorcindisulfosäure von V. Tedeschi.“
2. „Über die Einwirkung von schmelzendem Ätznatron auf aromatische Säuren“ von L. v. Barth und J. Schreder.
3. „Über Derivate der α Phenoldisulfosäure“ von L. v. Barth und M. v. Schmidt.

Herr J. Liznar, Assistent an der k. k. Centralanstalt für Meteorologie und Erdmagnetismus (Hohe Warte) bei Wien überreicht eine Abhandlung: „Über einen Local-Einfluss auf die magnetischen Beobachtungen in Wien in der Periode 1860 bis 1871.“

An Druckschriften wurden vorgelegt:

Academia de ciencias medicas, fisicas y naturales de la Habana: Anales. Entrega CLXXV. Tomo XV. Febrero 15. Habana, 1879; 8°.

Académie royale des Sciences, des Lettres et des Beaux-Arts de Belgique: Bulletin. 48e année, 2e série, tome 47. Nrs. 1 & 2. Bruxelles, 1879; 8°.

— de médecine: Bulletin. 43 année, 2e série. Tome VIII. Nrs. 11 & 12. Paris, 1879; 8°.

Akademie, Kaiserlich Leopoldino-Carolinisch Deutsche der Naturforscher: Leopoldina, Heft XV. Nr. 3—4. Halle a. S. 1879; 4°.

— der Wissenschaften, königl. Preussische zu Berlin. Monatsbericht. December 1878. Berlin, 1879; 8°. — Theorie des arithmetisch-geometrischen Mittels aus vier Elementen, von C. W. Borchardt. Berlin, 1879; 4°.

Annales des Mines. 7e série. Tome XIV. 6e Livraison de 1878. Paris, 1878; 8°.

Apotheker-Verein, Allgem. österr.: Zeitschrift (nebst Anzeigen-Blatt). XVII. Jahrgang, Nr. 9 & 10. Wien, 1879; 4°.

Archiv der Mathematik und PhysikLXIII. Bd., 2. Heft. Leipzig, 1879; 8°.

Astronomische Nachrichten. Band 94; 17—19. Nr. 2249—2251. Kiel, 1879; 4°.

Bureau, k. statistisch-topographisches: Beschreibung des Oberamts Tuttlingen. Stuttgart, 1879; 8°.

Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences. Tome LXXXVIII, Nrs. 10 & 11. Paris, 1879; 4°.

Gesellschaft, deutsche chemische, zu Berlin: Berichte. XII. Jahrgang, Nr. 5 Berlin, 1879; 8°.

Gewerbe-Verein, n.-ö. Wochenschrift. XL. Jahrg, Nr. 12 & 13. Wien, 1879; 4°.

Ingenieur- und Architekten-Verein, österr.: Wochenschrift. IV. Jahrgang. Nr. 12 & 13. Wien, 1879; 4°.

— — Zeitschrift. XXXI. Jahrgang. 2. Heft. Wien, 1879; 4°.

Mittheilungen aus J. Perthes' geographischer Anstalt, von Dr. A. Petermann. XXV. Band, 1879. III. Gotha; 4°.

Moniteur scientifique du Dteur Quesneville: Journal mensuel. 23e Année de Publication, 3e Série. Tome IX. 448e Livraison. Avril, 1879. Paris; 4°.

Nature. Vol. XIX. Nr. 490 & 491, London, 1879; 4°.

Osservatorio del Collegio reale Carlo Alberto in Moncalieri: Bullettino meteorologico. Vol. XIII. Nr. 9. Torino, 1878; 4°.

Reichsanstalt, k. k. geologische: Verhandlungen. Nr. 1, 2 & 3. Wien, 1879; 4°.

Repertorium für Experimental-Physik etc., von Dr. Ph. Carl. XV. Band, 3. Heft. München, 1879; 8°.

„Revue politique et littéraire", et „Revue scientifique de la France et de l'Étranger". VIIIe Année, 2e Série, Nrs. 38. & 39. Paris, 1879; 4°.

Šidlo, Thomas, Dr.: Die Bacterien-, Impf- und Pestfrage. Wien, 1879; 8°.

Società adriatica di Scienze naturali in Trieste: Bollettino. Volume IV. Nr. 1. Trieste, 1879; 8°.

Société de physique et d'histoire naturelle de Genéve: Rapport du Président pour la période du 1er Juillet 1877 au 31 Décembre 1878. Genève. gr. 4°.

— géologique de France: Bulletin. 3e série t. VI. — 1878. — Nr. 5. Paris, 1879; 8°.

— Linnéenne du Nord de la France: Bulletin mensuel. 8e année. Tome IV. Nrs. 79, 80 & 81. Amiens, 1879; 12°.

Society the royal astronomical: Monthly notices. Annual Report of the council. Vol. XXXIX. Nr. 4. February 1879. London; 8°.

Todaro, Agostino: Relazione sulla Cultura dei Cotoni in Italia seguita da una Monografia del genere Gossypium. Roma, Palermo, 1877; 4°. — Tavole; fol.

Wiener Medizin. Wochenschrift. XXIX. Jahrgang, Nr. 12 & 13. Wien, 1879; 4°.

Zeitschrift für die gesammten Naturwissenschaften: Originalabhandlungen und Berichte. 3. Folge 1878. Band III. Berlin. 1878; 4°.

Beiträge zur allgemeinen Nerven- und Muskelphysiologie.

(Aus dem physiologischen Institute zu Prag.)

Zweite Mittheilung.

Über die Methoden zur Untersuchung der polaren Wirkungen des elektrischen Stromes im quergestreiften Muskel.

Von dem w. M. **Ewald Hering,**
Professor der Physiologie.

(Mit 1 Holzschnitte.)

Nach v. Bezold[1] sind die Wirkungen des Kettenstromes auf den curarisirten Muskel nicht in allen Theilen der intrapolaren Strecke dieselben, vielmehr zeigen sich polare Verschiedenheiten der Wirkung analog denen, welche nach Pflüger im durchströmten Nerven auftreten. Erstens glaubt v. Bezold bewiesen zu haben, dass die Schliessungserregung nur an der Kathode, die Öffnungserregung nur an der Anode eine directe ist, während der übrige Muskel lediglich durch Fortleitung der Erregung von der direct gereizten Stelle in Thätigkeit versetzt wird; dass ferner während der ganzen Dauer des Stromes eine Erregung von der Kathode ausgeht, und die Schliessungscontraction daher eine tetanische ist, die sich aber mit wachsender Stromesdauer und abnehmender Erregbarkeit mehr und mehr auf die Gegend der Kathode zurückzieht. Zweitens hält er durch seine Versuche für sichergestellt, dass der Kettenstrom das Leitungsvermögen in der intrapolaren Strecke herabsetzt, und zwar ganz besonders in unmittelbarer Nähe der Anode und Kathode. Drittens meint er

[1] Untersuchungen über die elektrische Erregung der Nerven und Muskeln. Leipzig, 1861.

erwiesen zu haben, dass „die Gesammterregbarkeit des intrapolaren Muskelabschnittes im Anfange steigt, bei Erhöhung der Stromstärke und bei weiterer Zunahme der Schliessungsdauer dagegen sinkt,[1]“ und spricht die Vermuthung aus, „dass die intrapolare Muskelstrecke ebenso wie die intrapolare Nervenstrecke durch den Strom in zwei Abschnitte zerlegt werde, von denen der eine, in der Gegend des negativen Poles, eine Erhöhung, der andere eine Erniedrigung der Erregbarkeit erleide, und dass zwischen diesen beiden Abschnitten ein Querschnitt sich befinden werde, wo die Erregbarkeit unverändert geblieben sei, ein Indifferenzpunkt, welcher mit der Erhöhung der Stromstärke und mit der Vergrösserung der Schliessungsdauer vom positiven zum negativen Pole wandere,“ woraus sich die eben erwähnte Veränderung der Gesammterregbarkeit der intrapolaren Strecke erklären soll. Einen wesentlichen Unterschied zwischen der Wirkung des Kettenstromes auf Muskel oder Nerv findet Bezold nur darin, dass sich im Muskel die Veränderungen der Erregbarkeit und des Leitungsvermögens auf die intrapolare Strecke beschränken, während sie im Nerven auch die extrapolaren Strecken betreffen.

Engelmann[2] schloss sich im Wesentlichen den Ansichten Bezold's an und brachte neue Versuche, um zu beweisen, dass die directe Reizung bei der Schliessung nur an der Kathode, bei der Öffnung nur an der Anode direct erfolge, und dass die, während der Dauer des Stromes fortbestehende Contraction auf die Gegend der Kathode beschränkt sei, welch' letzteren Satz Bezold nicht direct bewiesen hatte. Zugleich wies er die von Fick[3] ausgesprochene Ansicht zurück, nach welcher nur die dauernde Zusammenziehung der sichtbare Ausdruck der Reaction der Muskelsubstanz auf den constanten Strom ist, und die Zuckung beim Schliessen oder Öffnen des Stromes durch die Erregung der intramuskulären Nervenenden bedingt wird.

---

[1] L. c. S. 330.

[2] Jenaische Zeitschrift für Medic. und Naturwiss. 1867, III. Bd., S. 445 und 1868 IV. Bd., S. 295. Pflüger's Archiv, 1870, III. Jahrg., S. 315.

[3] Beiträge zur vergl. Physiologie d. irrit. Subst. Braunschweig. 1863. S. 38.

Von den wichtigen Untersuchungen Fick's und Engelmann's über das Verhalten der glatten Muskeln gegen den elektrischen Strom darf hier abgesehen werden, weil die vorliegende Abhandlung nur den quergestreiften Muskel berücksichtigen soll.

Anders als Bezold und Engelmann fasst Aeby[1] die Wirkungen des Kettenstromes auf. Er glaubt experimentell dargethan zu haben, dass derselbe den frischen Muskel auf der ganzen intrapolaren Strecke direct errege, jedoch stärker in der Gegend der Kathode, als in der Gegend der Anode. Am absterbenden Muskel könne sich jedoch dieses Verhältniss umkehren. Auch Engelmann kam später[2] zu der Ansicht, dass eine solche „völlige Umkehr der Erscheinung" vorkommen könnte.

Brücke[3] endlich zieht aus seinen Versuchen ebenfalls den Schluss, dass der constante Strom im Muskel auf der ganzen intrapolaren Strecke direct erregend wirke, und dass, „wenn die sichtbare Wirkung der Erregung in der Nähe der Anode bald früher, bald später nach dem Schliessen der Kette, aber allgemein früher als in der Nähe der Kathode aufhört, er dies mit Bezold einer Herabsetzung der Erregbarkeit zuschreiben müsse, welche sich hier ähnlich wie beim Nerven von der Anode aus verbreite".

Wie man sieht, ist die Verschiedenheit der Ansichten noch gross, was um so mehr auffallen muss, als sämmtliche hier genannten Forscher ihre Meinung auf experimentelle Erfahrungen stützen. Es ist von vornherein wahrscheinlich, dass die Divergenz der Meinungen vorwiegend in den verschiedenen Methoden begründet ist, deren jede vielleicht ihre eigenthümlichen Fehlerquellen hat. Eine kritische Erörterung dieser Methoden und die Entwicklung neuer, möglichst fehlerfreier Abänderungen derselben erscheint bei der theoretischen Wichtigkeit der hier vorliegenden Probleme nicht überflüssig.

---

[1] Untersuchungen über die Fortpflanzungsgeschwindigkeit der Reizung in der quergestr. Muskelfaser, Braunschweig 1862 und Reichert und Du Bois-Reymonds Archiv, 1867. S. 688.

[2] Pflüger's Archiv, 1870. S. 258.

[3] Über das Verhalten der entnervten Muskeln gegen den const. Strom Wiener Akad. d. Wissensch. LXX. Bd. III. Abth. 1874. Juli-Heft.

Was hat man bei der elektrischen Reizung des Muskels unter Anode und Kathode zu verstehen?

Eine Durchsicht der oben citirten Arbeiten zeigt, dass die Erörterung dieser Frage noch immer nichts Überflüssiges ist, obwohl schon Engelmann[1] dieselbe deutlich beantwortet hat.

Wenn man, wie dies z. B. Bezold bei der Mehrzahl seiner Versuche that, den Strom durch Drähte zuleitet, welche die Muskelmasse direct berühren, so schafft man günstige Bedingungen für elektrolytische Processe, deren an den metallischen Elektroden sich anhäufende Producte nicht nur durch das Entstehen des Polarisationsstromes, sondern auch wegen einer etwaigen chemischen Wirkung der Jonen auf die contractile Substanz in Betracht kommen können. Wenn man aber, wie dies z. B. bei einem Theile der Versuche Aeby's der Fall war, den Strom unter Vermittlung der Knochen und Sehnen dem Muskel zuführt, so ist eine etwaige Einwirkung der an den metallischen Elektroden gebildeten Jonen auf die contractile Substanz ausgeschlossen, während die Bedingungen für das Entstehen des Polarisationsstromes nach wie vor gegeben sind. Bei der letzteren Art der Zuleitung des Stromes bilden nun offenbar die sehnigen Enden des Muskels die für ihn wesentlichen Elektroden, und wenn bei solcher Anordnung von einer Elektrodenwirkung gesprochen wird, so kann darunter nur verstanden werden, dass der Strom an der Stelle eine besondere Wirkung entfalte, wo er in die Muskelfaser ein-, oder aus derselben austritt.

Gleichwohl sind in dieser Beziehung Missverständnisse vorgekommen. So beschreibt Aeby[2] einen Versuch, bei welchem er die beiden Schenkel eines Frosches, die noch durch das Becken vereint und mittels desselben aufgehängt waren, derart durchströmte, dass er die beiden als Elektroden dienenden Drähte mit den unteren Enden der beiden Schenkel verband. Da er jederseits ein Stück des Oberschenkelknochens subcutan herausgeschnitten hatte, so verkürzten sich bei Schliessung des Stromes beide Oberschenkel, aber der absteigend durchströmte stärker als der auf-

---

[1] Jenaische Zeitschrift, IV. Bd., 1868, S. 395.

[2] Reichert und Du Bois-Reymond, Archiv. 1867. S. 691.

steigend durchströmte. Indem Aeby dies daraus erklärte, dass der erstere dem negativen, als dem seiner Meinung nach stärker wirkenden Pole näher lag, verwechselte er, wie schon Engelmann hervorhob, die wesentlichen oder natürlichen Elektroden der Muskeln mit den für sie unwesentlichen künstlichen Elektroden des Gesammtpräparates. Denn offenbar lag im aufsteigend durchströmten Oberschenkel die eigentliche Anode am Knie, die Kathode am Becken, während für den andern das Gegentheil der Fall war.

Brücke[1] benutzte ein analoges Präparat, nur entfernte er die ganze Haut und ausser den Diaphysen der Oberschenkelknochen auch noch die Streckmuskeln. Fasste er die beiden Waden mit Pincetten, die mit einer Kette von 6—10 kleinen Daniell'schen Elementen verbunden waren, so contrahirten sich beiderseits die Muskeln der Oberschenkel und der Wade. „Hier hatten, sagt Brücke, von der Kathode keine Contractionswellen auf die Beuger der Oberschenkel ablaufen können. Man muss deshalb zugeben, dass sie sich unabhängig von jeder Kathodenwirkung contrahirten und lediglich, weil der Strom durch sie hindurchging; oder man müsste sich denn vorstellen, dass für die Oberschenkelmuskeln der Kathodenseite das Kniegelenk, für die der Anodenseite der Rest des Beckens als Kathode wirkt.“ Diese Auffassung ist nun eben die, welche Engelmann längst ausdrücklich vertreten hatte, denn für ihn ist Anode der Ort, wo der Strom in die Muskelfaser eintritt, Kathode der Ort, wo er dieselbe wieder verlässt. Ich möchte dies noch genauer so ausdrücken: die für den Muskel wesentliche physiologische Anode ist die Gesammtheit der Stellen, wo der Strom in die contractile Substanz eintritt, die physiologische Kathode die Gesammtheit der Stellen, wo er aus jener austritt.

Brücke möchte übrigens die sogenannte Elektrodenwirkung des Stromes, wie sie Bezold und Engelmann annehmen, wenn sie die Schliessungs- oder Öffnungserregung nur an der Kathode oder Anode als direct erzeugt ansehen, aus theoretisch-physikalischen Gründen zurückweisen. „Man muss sich, sagt er, aber doch

[1] L. c. 145

fragen, worauf denn die Elektrodenwirkung überhaupt beruhen kann. In erster Reihe beruht sie offenbar auf der Anhäufung von Jonen. Diese streben aber zunächst den Grenzen von feuchten und metallischen Leitern zu und häufen sich nur unter gewissen Umständen, die wesentlich in der Natur der mit einander verbundenen feuchten Leiter begründet sind, im Verlaufe der Kette der feuchten Leiter an. In unserm Fall ist nicht zu erwarten, dass sich zwischen den Muskeln und den schlecht leitenden, durchfeuchteten Knochen oder in den Muskeln selbst Jonen in beträchtlichen Mengen anhäufen werden."

Ich kann das Bedenken Brücke's nicht theilen. Nicht darum handelt es sich nach meiner Ansicht, ob sich an irgend welcher Stelle des durchströmten Muskels Jonen in beträchtlichen Mengen anhäufen, sondern zunächst darum, ob an den Stellen, wo der Strom die contractile Substanz der Einzelfaser betritt oder verlässt, eine chemische Alteration dieser Substanz stattfinden kann, welche in der übrigen durchflossenen Strecke nicht statthat. Die Elektrolise an derGrenze zweier Elektrolyten ist erwiesen, und wäre sie es auch nicht, so würden die von Bezold und Engelmann angeführten Thatsachen, ebenso wie die schon von Pflüger aufgestellten Sätze über die verschiedene Wirkung der beiden Elektroden auf die Nervensubstanz dazu auffordern, Versuche über die Möglichkeit einer Polarisation zwischen zwei Elektrolyten in Angriff zu nehmen, um auf diese Weise das Vorkommen einer durch den Strom bewirkten chemischen Alteration der Elektrolyten an ihrer Contactfläche nachzuweisen. Wenn Brücke selbst sagt, dass „die Jonen nur unter gewissen Umständen, die wesentlich in der Natur der mit einander verbundenen feuchten Leiter begründet sind, im Verlaufe der Ketten der feuchten Leiter sich anhäufen," so darf man hinzufügen, dass diese Umstände an den Grenzen der contractilen Substanz doch gegeben sein können, und dass der Annahme eines hier stattfindenden elektrolytischen Processes theoretisch bis jetzt nichts entgegensteht.

Über die Vertheilung der anodischen und kathodischen Stellen im Muskel.

Der oben aufgestellte Satz, nach welchem jeder Punkt, wo ein Stromtheil aus dem Sarkolemm in die contractile Substanz ein-, oder aus derselben ins Sarkolemm austritt, als ein Bruchtheil der Muskelanode oder -kathode zu betrachten ist, führt zu einer wesentlichen, bisher vernachlässigten Überlegung.

Denken wir uns den ganzen, den Muskel längs durchziehenden Strom in einzelne Stromfäden zerlegt, so werden diese zwar in einem parallelfasrigen Muskel im Allgemeinen der Richtung und den Grenzen der einzelnen Muskelfasern parallel sein, und die Gesammtheit der anodischen Stellen wird im Allgemeinen am einen, die der kathodischen am anderen Muskelende liegen, im Besondern aber wird es hiervon zahlreiche Ausnahmen geben.

Zunächst ist, ganz abgesehen von etwaigen sehnigen Inscriptionen, des Falles zu gedenken, in welchem einzelne Muskelfasern an verschiedenen Stellen im Verlaufe des Muskels endigen, wenn auch die Hauptmasse derselben nachweisbar annähernd so lang ist, wie der Muskel selbst. Sobald es aber solche Muskelfasern gibt, sind auch die Ein- oder Austrittsstellen des Stromes nicht mehr ausschliesslich an den Muskelenden zu suchen, und ausser den hier gelegenen Hauptangriffspunkten der polaren Stromwirkung sind noch andere Angriffspunkte im Muskel zerstreut.

Ferner ist ein absoluter Parallelismus zwischen dem Verlaufe der Stromfäden und dem der Muskelfasern überhaupt nicht anzunehmen, insbesondere dann nicht, wenn der Muskel nicht gespannt, oder wenn er an irgend einer Stelle gedrückt, oder wenn seine Oberfläche nicht ganz von Resten anhängender fester oder flüssiger Leiter gesäubert ist.

In Muskeln, welche schlaff auf einer Platte liegen, verlaufen bekanntlich die Fasern oft keineswegs geradlinig, sondern wellenförmig, besonders nach einer vorausgegangenen Zuckung des Muskels, weil die Fasern wegen der Reibung auf der Unterlage sich nicht wieder strecken konnten. An den Rändern jeder einzelnen Muskelfaser findet dann ein den Muskel längs durchfliessender Strom zahllose Ein- und Austrittsstellen, und es ist

ganz falsch, hier die physiologische Anode und Kathode ausschliesslich an den Muskelenden zu suchen.

Klemmt man den Muskel an irgend einer Stelle seines Verlaufes ein, so sind starke Einbiegungen eines Theils der Muskelfasern unvermeidlich, besonders dann, wenn der Muskel dabei zwischen zwei Branchen mit convexer Oberfläche zusammengedrückt wird. Das Gleiche ist der Fall, wenn man Hebel oder Pelotten auf den Muskel setzt, die ihn an den berührten Stellen eindrücken. In allen diesen Fällen muss nothwendig ein Theil der Stromfäden in zahlreichen Muskelfasern an den gedrückten Stellen aus der contractilen Substanz aus- und wieder in dieselbe eintreten.

Einfluss der Stärke und Dichte des Stromes.

Die im letzten Abschnitt erörterten Fehlerquellen werden besonders dann in Betracht kommen, wenn der Strom stark ist. Denn gesetzten Falls, derselbe könne wirklich z. B. bei der Schliessung die contractile Substanz nur da erregen, wo er aus derselben austritt, so wird eine solche Erregung nicht allein am Ende des Muskels stattfinden, sondern überall da, wo sich im Verlaufe des Muskels kathodische Stellen finden, insbesondere z. B. an den geklemmten Stellen. Diese sozusagen nicht terminale Reizung wird allerdings meist nur einen Theil der Fasern betreffen, aber wenn die so bedingte Erregung in Folge der Stärke des Stromes ebenfalls stark ist, so wird sie hinreichen, für sich allein und ganz abgesehen von der directen Haupterregung am Muskelende, sichtbare Gestaltveränderungen oder Bewegungen des mit dem Muskel verbundenen graphischen Apparats herbeizuführen; letzteres besonders dann, wenn der Apparat der Bewegung nur kleine Widerstände entgegensetzt oder, wie man sagt, sehr empfindlich ist.

Abgesehen von der Möglichkeit, dass die starken Ströme in der Art ihrer Wirkung auf den Muskel sich vielleicht überhaupt anders verhalten, als die schwachen, kann also eine solche Verschiedenheit der Wirkung schon durch die eben erwähnten Nebenumstände vorgetäuscht werden.

Was die durch den Bau des Muskels bedingten Verschiedenheiten der Stromdichte bei gleicher Stromstärke betrifft, so hat

Engelmann dieselben gegenüber Aeby, welcher keine Rücksicht darauf genommen hatte, schon hinreichend betont. Selbst der *Sartorius* und der *Adductor magnus*, welche als parallelfasrige Muskeln vorzugsweise benützt werden, sind doch am einen Ende viel dicker als am anderen und werden somit von ein und demselben Strome an verschiedenen Querschnitten mit sehr verschiedener Dichte durchströmt. Viele Versuche sind ohne Berücksichtigung dieses Umstandes gar nicht richtig zu deuten.

Erregbarkeit und Leitungsvermögen des Muskels.

Bei den meisten Versuchen wurde der Muskel an einer oder mehreren Stellen geklemmt, um einen Theil desselben unbeweglich zu machen. Dabei sollte aber die Klemmung nie so weit gehen, dass die geklemmte Stelle leitungsunfähig wurde. Bei dünnen Muskeln, wie dem *Sartorius*, ist dies eher zu erreichen, als bei dicken, wie dem *Adductor magnus*, welchen Aeby bei einem seiner Cardinalversuche[1] benützte. Die äusseren Schichten dieses Muskels können sehr wohl durch die Klemme fixirt werden, während die inneren Schichten noch beweglich sind. Bezold hat ganz unberücksichtigt gelassen, inwieweit dieses Einklemmen vielleicht das Leitungsvermögen zwar nicht aufhebt, aber doch herabsetzt. Aeby betont selbst, „dass die Einklemmung keineswegs unter allen Umständen ein unschuldiger Vorgang ist", und Engelmann spricht sogar die Vermuthung aus, dass Aeby den *Adductor magnus* durch die Klemme theilweise zerquetscht und dadurch eine neue physiologische Elektrode an der Klemmstelle geschaffen habe.

Was ferner zu irrigen Deutungen Veranlassung geben kann, ist der Umstand, dass wir über die Änderungen der Leitungsfähigkeit des ausgeschnittenen Muskels im Vergleich mit den Änderungen der Erregbarkeit noch keine hinreichende Kenntniss haben. Wenn z. B. ein in seiner ganzen Länge durchströmter Muskel bei der Schliessung nur in der Nähe der Kathode sich contrahirt, so könnte dies allerdings seinen Grund darin haben, dass die nach Bezold an der Kathode ausgelöste Erregung sich wegen des geänderten Leitungsvermögens mit einem sehr erheb-

[1] Reichert und Du Bois-Reymond, Archiv. 1867. S. 707.

lichen Decrement fortpflanzt und daher bald erlischt; aber diese Minderung des Leitungsvermögens könnte auch lediglich durch das allmälige Absterben des Muskels bedingt sein. Es wird also der jeweilige Zustand des Muskels mehr als bisher zu berücksichtigen sein. Falls sich auch am ganz frischen herausgeschnittenen Muskel die Contractionswelle nur mit einem Decrement fortpflanzte, wie dies Hermann annimmt, so würde eine von der Kathode oder Anode ausgehende Erregung immer eine stärkere Contraction der einen Muskelhälfte zur Folge haben müssen. Ein solches Überwiegen der Contraction der einen Muskelhälfte über die der andern nöthigt also keineswegs dazu, mit Aeby anzunehmen, dass der Kettenstrom zwar die ganze intrapolare Strecke direct errege, aber bei der Schliessung stärker die kathodische, bei der Öffnung die anodische Hälfte. Diese Annahme Aeby's scheint mir überhaupt nur zulässig, wenn man noch besondere Hypothesen über das Leitungsvermögen der Muskelsubstanz macht. Denn gesetzten Falls, der Strom errege wirklich bei der Schliessung die kathodische Muskelhälfte stärker als die anodische, so ist zu erklären, warum diese stärkere Erregung sich auf die schwächer erregte Hälfte nicht fortpflanzt. Man denke sich insbesondere den Strom so schwach, dass er überhaupt nur noch in der Nähe der Kathode die Erregung auslöst, ein Fall, den auch Aeby annimmt: warum soll sich dann diese Erregung nicht auf den übrigen Muskel fortpflanzen? Aeby muss also nothwendig annehmen, dass sich entweder die Contractionswelle überhaupt nur mit einem Decrement fortpflanzt, oder dass der Strom selbst zugleich das Leitungsvermögen des Muskels herabsetzt.

Endlich ist, besonders in Rücksicht auf die Ansicht Fick's, zu betonen, dass das Leitungsvermögen der Muskelsubstanz fast ganz aufgehoben sein kann, während die locale Erregbarkeit noch besteht. Auf die nicht genügende Berücksichtigung dieses Umstandes hat Engelmann[1] die Ansicht Fick's zurückzuführen gesucht, nach welcher der entnervte Muskel weder Schliessungs- noch Öffnungszuckung geben, sondern auf den Strom nur durch eine dauernde Contraction reagiren soll.

---

[1] Pflüger's Archiv, III. Bd. 1870. S. 319.

Kritische Übersicht der bisherigen Versuche.

Sehen wir ab von denjenigen Versuchen Bezold's, welche die Änderungen des Leitungsvermögens und der Erregbarkeit in der durchströmten Strecke betreffen, und berücksichtigen wir für jetzt nur die übrigen von Bezold, Engelmann, Aeby und Brücke in Bezug auf Ort und Art der Erregung beigebrachten Versuche, so lassen sich dieselben in vier Gruppen ordnen.

1. Versuche zum Beweise, dass die Erregung bei der Schliessung nur an der Kathode, bei der Öffnung nur an der Anode direct erfolgt.

2. Versuche zum Beweise, dass die während der Durchströmung andauernde Verkürzung des Muskels auf die Gegend der Kathode beschränkt ist.

3. Versuche zum Beweise, dass die Erregung bei der Schliessung und Öffnung auf der ganzen durchflossenen Strecke direct erfolgt.

4. Versuche zum Beweise, dass diese directe Erregung der ganzen intrapolaren Strecke bei der Schliessung in der Nähe der Kathode, bei der Öffnung in der Nähe der Anode stärker ist.

Erste Gruppe. Mit Ausnahme eines Versuches von Engelmann, bei welchem es sich nicht um Längs- sondern um Querdurchströmung des Muskels handelt, und welcher in einer späteren Mittheilung berücksichtigt werden soll, enthält diese Gruppe nur zeitmessende Versuche. Sie haben alle das Gemeinsame, dass der vertical aufgehängte Muskel durch eine, in seiner Mitte oder näher seinem oberen Ende angebrachte Klemme in einen oberen unbeweglichen und einen unteren beweglichen Abschnitt getheilt wird, welcher seine Bewegungen durch ein, mit dem unteren Ende verbundenes Hebelwerk auf die rotirende Trommel verzeichnet.

Bei Bezold's Versuchen wurde der *muscul. sartorius* des Frosches mit seinem oberen Theile in eine für seine Gestalt passende Korkrinne dergestalt befestigt, dass zwei Kupferdrähte den Muskel senkrecht auf seine Längsrichtung kreuzten und, einen bestimmten Theil der Länge desselben (beiläufig 4 Mm.) zwischen sich fassend, an zwei Stellen dieser Rinne festklemmten. Diese beiden Drahtenden bildeten zu gleicher Zeit die Befestigung des Muskels im Kork und stellten die Elektroden des Stromes dar.

Der zwischen diesen beiden Drähten befindliche Theil war also die vom Strome durchflossene Strecke des Muskels. Trat der Strom durch die, dem schreibenden Muskelende nähere untere Elektrode in den Muskel ein, war also, wie Bezold sagt, der Strom im Muskel „aufsteigend", so lehrte die Curve des Myographions, dass zwischen dem Momente der Schliessung und dem Beginn der Zuckung eine längere Zeit verfloss, als wenn der Strom durch die untere Elektrode austrat, und der Strom also im Muskel „absteigend" war. Ersterenfalls hatte nach seiner Auffassung die an der oberen (negativen) Elektrode entstandene Erregungswelle erst die beiderseits fixirte intrapolare Strecke zu durchlaufen, ehe sie unter der unteren (positiven) Elektrode hindurch auf das bewegliche Muskelstück übertreten konnte, im anderen Falle ging die Erregung von der unteren (jetzt negativen) Elektrode selbst aus, und konnte unmittelbar auf das bewegliche Muskelstück übergehen. Die Differenz der beiden Zeiten, welche vom Momente der Stromschliessung bis zum Beginn der Zuckung vergingen, entsprach der Zeit, welche die Erregung brauchte, um die intrapolare Strecke von 4 Mm. Länge zu durchlaufen. In analoger Weise führte Bezold den Beweis, dass bei der Öffnung die Erregung von der positiven Elektrode ausgehe.

Aeby hat Bezold's Versuchen die Beweiskraft abgesprochen, Brücke sie gar nicht berücksichtigt; keiner von beiden hat angegeben, welcher Umstand ihm bei diesen Versuchen bedenklich erschienen ist. Ich selbst sehe keinen Weg, um die von Bezold gefundenen und immer in gleichem Sinne auftretenden Zeitdifferenzen anders als aus der verschiedenen Richtung der Durchströmung zu erklären. Auffallend sind mir nur die weiten Grenzen, innerhalb welcher die Grösse der Zeitdifferenz schwankt. Sie betrug im Minimum ungefähr 0,005, im Maximum 0,025, im Mittel 0,012 Secunden. Dies kann mich aber nicht bestimmen, die Versuche überhaupt zu verwerfen, und dürfte sich mit daraus erklären, dass das Leitungsvermögen des Muskels an der geklemmten Stelle je nach der Stärke des hier stattfindenden Druckes in verschiedenem Grade gestört war.

Muss man also zugeben, dass wirklich die Zeit vom Momente der Schliessung oder Öffnung bis zum Beginn der Zuckung eine längere war, wenn der obere Draht bei der Schliessung die

Kathode, bei der Öffnung die Anode bildete, so kann sich nur noch fragen, inwiefern die verschiedene Richtung des Stromes zu dieser Verschiedenheit Anlass geben kann. Diese Frage aber wird auf die einfachste Weise durch die Bezold'sche Hypothese beantwortet. Will man diese nicht gelten lassen und behaupten, dass der Muskel auf der ganzen intrapolaren Strecke direct erregt werde, dann bleibt, so viel ich sehe, nur die Annahme übrig, dass diese directe Erregung nicht auf der ganzen durchflossenen Strecke gleichzeitig erfolge, sondern dass bei der Schliessung das Stadium der latenten Reizung in der Gegend der Anode, bei der Öffnung in der Gegend der Kathode wesentlich grösser sei, als an der anderen Elektrode, eine Annahme, zu der man sich ohne zwingende Gründe kaum entschliessen wird.

Gleich beweiskräftig, wie die Bezold'schen, scheinen mir die Versuche Engelmann's, welche ebenfalls am *Sartorius* angestellt wurden. Er durchströmte jedoch den ganzen Muskel und machte den oberen Abschnitt desselben durch eine Klemme unbeweglich, welche sich 7 Mm. unterhalb der obern Drahtelektrode befand; die untere Elektrode bildete ein in das Muskelende eingeführtes Drahthäkchen. Er fand in zwei Versuchen, dass die Schliessungszuckung bei aufsteigendem Strome 0,006 und 0,009 Secunden später begann, als bei absteigendem, welche Differenz also auch darauf zu beziehen ist, dass bei aufsteigendem Strom die am oberen Muskelende ausgelöste Contraction sich erst durch eine 7 Mm. lange Strecke fortpflanzen musste, ehe sie auf den unteren beweglichen Muskelabschnitt übergehen konnte.

Zweite Gruppe. Zum Beweise, dass die von Wundt beobachtete anhaltende Verkürzung des Muskels während der Stromesdauer auf die Gegend der Kathode beschränkt sei, hat Bezold[1] auf eine Beobachtung Schiff's hingewiesen. Dieser fand, dass, wenn der absterbende Muskel bereits aufgehört hat, eine Schliessungszuckung zu geben, „an dem negativen Pole eines sehr constanten Stromes noch eine schwach ausgesprochene, sehr beschränkte Contraction auftritt, die so lange anhält wie der Strom, um sich dann wieder zu lösen". Ferner brachte Engelmann Versuche bei,[2] welche den directen Beweis liefern, dass

[1] L. c. S. 247.

[2] Pflüger's Archiv. III. Bd. 1870. S. 316.

auch am frischen Muskel die an die Schliessungszuckung sich anschliessende Dauercontraction auf die Gegend der Kathode beschränkt ist. Die Anordnung des einen, graphischen Versuches war ganz analog derjenigen, welche bei den zuletzt beschriebenen Versuchen getroffen war, nur befand sich die Klemme näher dem unteren Muskelende, und verzeichnete das untere bewegliche Muskelstück seine Contraction auf eine langsamer rotirende Trommel. War der Strom im Muskel absteigend, so blieb der zeichnende Stift nach Ablauf der Schliessungszuckung während der Dauer des Stromes über der Abscisse, war der Strom aufsteigend, so kehrte er nach dieser Zuckung ganz oder fast ganz zur Abscisse zurück. Beim zweiten Versuch wurde der Strom dem frei herabhängenden *Sartorius* durch zwei Drähte zugeleitet, deren einer am oberen Ende des Muskels, der andere an einem Punkt seiner oberen Hälfte angelegt wurde. Schloss Engelmann den Strom absteigend, so erschien der Muskel nach Ablauf der Zuckung in der Gegend der Kathode verdickt und blieb es während der Dauer der Schliessung. Ich muss Brücke darin beistimmen, dass diese Versuche nicht beweisen, dass die Erregung während der Stromesdauer lediglich von der Kathode ausgeht, sondern sich auch mit der Annahme vertragen, nach welcher der Strom auf der ganzen Strecke direct erregend wirkt, wenn man die weitere Annahme macht, dass diese directe Erregung in der Gegend der Anode wegen einer von derselben ausgehenden Depression der Erregbarkeit sehr bald wirkungslos wird. Ebenso verträgt sich das Ergebniss dieser Versuche mit der Annahme Aeby's, dass die directe Erregung auf der intrapolaren Strecke in der Gegend der Kathode stärker ist, als in der Gegend der Anode, denn bei Strömen unterhalb einer gewissen Stärke wird dann die dauernde Erregung überhaupt nur in der Gegend der Kathode eine deutliche dauernde Verdickung des Muskels herbeiführen können, um so mehr, wenn etwa das Leitungsvermögen schon herabgesetzt ist.

In Beziehung auf die Fortleitung der nach Bezold und Engelmann während der ganzen Dauer des Stromes von der Kathode ausgehenden Erregung ist der zuletzt beschriebene Versuch von besonderem Interesse. Denn man muss sich fragen, warum diese angenommene andauernde Erregung sich nicht auf

den übrigen Muskel fortpflanzt. Für die intrapolare Strecke freilich liess sich dies hinreichend aus der weiteren Annahme Bezold's erklären, dass in derselben das Leitungsvermögen durch den Strom selbst herabgesetzt ist; warum sich aber die Contraction nicht auf die extrapolare Strecke ausbreitet, ist hiernach nicht einzusehen.

Dritte Gruppe. Aeby setzte auf den Verlauf des horizontal gelagerten curarisirten Muskels zwei Hebel in einem gegenseitigen Abstande von 17 Mm., welche die bei der Thätigkeit eintretende Verdickung des Muskels auf der rasch rotirenden Trommel verzeichneten, und fand, dass beide Hebel vom Muskel gleichzeitig gehoben wurden, wenn derselbe durch Schliessung oder Oeffnung eines ihn durchfliessenden Kettenstromes in Zuckung versetzt wurde. Dies hätte, so scheint es, unmöglich der Fall sein können, wenn die Erregung wirklich nur vom Kathodenende des Muskels ausgegangen wäre, besonders wenn man bedenkt, dass der eine Hebel 17 Mm. weiter von diesem Ende entfernt war, als der andere. Das Ergebniss dieser Versuche steht also in directem Widerspruche mit den vorhin angeführten zeitmessenden Versuchen Bezold's und Engelmanns. Gleichwohl eröffnen die oben angestellten Betrachtungen über die Verbreitung der anodischen und kathodischen Stellen im Muskel eine Aussicht auf Lösung dieses Widerspruches.

Bei den Versuchen Aeby's fand eine sehr starke Einbiegung der Fasern an den beiden Stellen statt, wo die Hebel auf den Muskel aufgesetzt waren. Aeby sagt selbst (l. c. p. 32), dass „der Hebel in die Oberfläche des Muskels etwas hineingepresst war". Dabei musste, weil von oben eine schmale Leiste durch das Gewicht des Hebels auf den Muskel drückte, von unten aber ein ebenfalls schmaler Steg den Muskel stützte, der letztere von beiden Seiten her zusammengedrückt werden. Es wurde also sowohl die obere als die untere Faserschichte des Muskels eingebogen, und nur die mittleren Fasern verliefen wirklich genau parallel der Stromesrichtung. An der Einbiegungsstelle der Fasern aber konnte, abgesehen von der alleräussersten Schichte, der Strom sehr wohl aus der contractilen Substanz an verschiedenen Stellen aus- und eintreten und daher direct erregend wirken. Dieser Umstand musste, wie oben auseinandergesetzt wurde, um

so mehr ins Gewicht fallen, je stärker der Strom und je empfindlicher der Schreibapparat war. Nun hat aber Aeby mit Strömen von verhältnissmässig gewaltiger Intensität gearbeitet, denn er benutzte eine Kette von 10 Grove'schen Elementen (vergl. l. c. p. 59), deren Wirksamkeit allerdings „durch die Nebenschliessung eines Rheochordes in allen möglichen Graden sich abstufen liess". Bedenkt man jedoch, dass Aeby nicht unpolarisirbare, sondern metallische Elektroden benutzte, dass also, abgesehen von der Polarisation, für den ausserwesentlichen Widerstand nur der Muskel selbst in Betracht kam, so ist ersichtlich, dass auch solche Ströme, welche Aeby als schwach bezeichnet haben würde, doch von beträchtlicher Intensität sein mussten. Andererseits spricht Aeby (l. c. p. 32) von der „grossen Empfindlichkeit des Apparates", und es waren somit alle Bedingungen gegeben, um eine gleichzeitige Hebung beider Hebel herbeizuführen, ohne dass dieses Ergebniss irgend wie gegen die Annahme sprechen könnte, dass der Strom bei der Schliessung nur da direct erregt, wo er die contractile Substanz verlässt.

Ganz analoge Bedingungen waren bei einem anderen zeitmessenden Versuche Aeby's[1] gegeben. „Die beiden Adductoren des Frosches oder die beiden Schulterblätter des Kaninchens wurden frei präparirt und vermittelst des zwischen ihnen liegenden Skelettabschnittes durch eine Klemme befestigt. Jedem der beiden Muskeln wurde einer der Myographionhebel angehängt und am freien Ende einer der beiden Leitungsdrähte zugeführt". Durch eine Klemme wurde ferner jeder der beiden Muskel sozusagen in zwei Hälften zerlegt, „so dass bei beiden nur der untere Theil seine Thätigkeit auf den Apparat zu übertragen vermochte". „Das Resultat war in zahlreichen Versuchen ein durchaus constantes. Bei keiner Reizungsgrösse liess auch nur der geringste Unterschied in dem zeitlichen Beginne der beiden Zuckungen sich wahrnehmen", wie die Zuckungscurven auf der rasch rotirenden Trommel lehrten.

Nach der Ansicht Bezold's und Engelmann's hätte der Muskel, in welchem der Strom aufsteigend war, offenbar den anhängenden Hebel später heben müssen als der andere Muskel.

---

[1] Reichert und Du Bois-Reymond, Archiv. S. 707.

Engelmann vermuthet deshalb, dass der Muskel an der eingeklemmten Stelle ganz oder zum Theil todt gequetscht, und damit der obere Pol jedes Muskels vom Becken nach der Klemme verlegt worden sei, oder dass die Muskeln nicht stark genug mit Curare vergiftet gewesen seien.

Waren die relativ dicken Muskeln wirklich so stark geklemmt, dass eine Bewegung ihres oberen Abschnittes unmöglich war, so mussten die Muskelfasern beiderseits sehr stark eingebogen werden. Der Strom, der durch das untere Ende des einen Muskels eintrat, fand also schon unter der Klemme zahlreiche Austrittsstellen aus der contractilen Substanz, und die untere Hälfte dieses Muskels musste demnach gleichzeitig mit der unteren Hälfte des anderen Muskels zucken, an dessen unterem Ende der Strom wieder austrat.

War jedoch der Muskel nicht hinreichend geklemmt, und also der beschriebene Fehler möglichst vermieden, so konnten sich die inneren Faserschichten zwischen den fixirten äusseren noch hinreichend verschieben, um dem am unteren Ende befestigten Hebel schon einen Antrieb zu geben, sobald ihre obere und nur vermeintlich immobile Hälfte sich contrahirte. —

Endlich hat Brücke Versuche veröffentlicht, welche nach seiner Ansicht die directe Erregung auf der ganzen intrapolaren Strecke beweisen sollten.

Die Deutung eines Theiles dieser Versuche, deren einer schon oben erwähnt wurde, beruhte auf der Voraussetzung, dass Engelmann unter Anode und Kathode die künstlichen, an's Präparat angelegten Elektroden verstanden habe, während er damit die Stellen meinte, wo der Strom die Muskelfasern betritt oder verlässt. Ein anderer Theil der Versuche zeigt, dass die von Kühne[1] beschriebene, bei starken Strömen während der Dauer der Schliessung auftretende, gleichsam fluthende Bewegung der Muskeloberfläche nicht auf die Gegend der Kathode beschränkt ist, sondern die ganze intrapolare Strecke betrifft. Diese an sich richtige Thatsache beweist aber nichts gegen die Annahme, dass die Erregung bei der Schliessung von der Kathode ausgehe, denn sie betrifft nicht die Schliessungszuckung, sondern die Dauer-

[1] Reichert und Du Bois-Reymond, Archiv. 1860. S. 542.

wirkung sehr starker Ströme. Dass bei solchen Strömen die ganze durchflossene Strecke in Erregung gerathe, konnte angesichts der Kühne'schen Beobachtung nicht wohl bestritten werden. Aber dass diese Erregung nicht auch von der Kathode ausgehe, lässt sich aus Brücke's Versuchen, sowie er sie beschreibt, nicht folgern. Doch liesse sich gegen die Auffassung Bezold's und Engelmann's anführen, dass die fluthende Bewegung in der Richtung von der Anode zur Kathode verläuft, daher ja auch Kühne sie mit dem Porret'schen Phänomen in Beziehung bringen wollte.

Überdies enthalten die Versuche Brücke's vielleicht noch eine Fehlerquelle. Die Muskeln waren, wie es nach Brücke's Darstellung scheint, während der Durchströmung nicht angespannt, sondern lagen auf einer Platte. Nach Ablauf der, durch die Stärke der Ströme bedingten kräftigen Schliessungszuckung musste also wohl die Muskelfaser die oben erwähnten wellenförmigen Krümmungen annehmen und so dem starken Strome zahllose kathodische Stellen im Innern des Muskels darbieten.

Vierte Gruppe. Von den hierher gehörenden Versuchen Aeby's muss zunächst derjenige ausgeschieden werden, welcher schon oben (S. 240.) erwähnt wurde, weil dabei keine Rücksicht auf den wahren Ort der Anode und Kathode im physiologischen Sinne genommen war. Eine zweite Reihe wurde am *Sartorius* und *Adductor magnus* angestellt, welche in ihrer Mitte durch eine Klemme fixirt wurden, während beiden Muskelhälften freie Beweglichkeit gestattet war. Bloss die untere Hälfte wurde zum Aufschreiben der Zuckungen verwendet. Der Strom ging in wechselnder Richtung durch den ganzen Muskel hindurch. „Bei der Schliessungszuckung entwickelte im frischen Muskel der negative Pol ausnahmslos eine viel grössere Energie als der positive", und bei sehr schwachen Strömen zuckte überhaupt nur die kathodische Hälfte. Die Öffnungszuckung verhielt sich entgegengesetzt der Schliessungszuckung. Während Aeby dies daraus erklärt, dass der Strom bei der Schliessung in der kathodischen, bei der Öffnung in der anodischen Muskelhälfte eine stärkere Erregung setzt, führt es Engelmann im Wesentlichen auf die Störung des Leitungsvermögens an der Klemmstelle zurück und nimmt an, dass z. B. bei der Schliessung die von der Kathode ausgehende Erregung sich nicht ungeschwächt auf die anodische Hälfte fort-

pflanzen konnte. Ausserdem rügt Engelmann mit Recht, dass Aeby die Verschiedenheiten der Stromdichte am dicken und dünnen Ende des Muskels vernachlässigte. Aeby kam bei diesem Versuche auch zu dem Schlusse, „dass die negative Zuckung durch Ermüdung weit mehr leidet, als die positive," und dass bei starker Ermüdung das von ihm für die frischen Muskeln ausgesprochene Gesetz sich umkehren kann. Wegen der erwähnten Fehlerquellen will ich jedoch auf die Einzelheiten dieser Versuche hier nicht eingehen. Der Einwurf, dass durch das Klemmen die Fortleitung der Erregung gestört worden sei, trifft auch eine zweite Versuchsanordnung Aeby's, bei welcher die in der Mitte des Muskels sitzende Klemme selbst als Elektrode benützt und nur die obere Hälfte des Muskels durchströmt wurde. Die extrapolare, ihre Bewegungen verzeichnende Muskelhälfte folgte hiebei, wie Aeby sagt, „dem Gesetze des nächstliegenden Poles", d. h. sie zuckte bei der Schliessung stärker, wenn die Klemme die Kathode, als wenn sie die Anode bildete.

An den schädlichen Einfluss der Klemme hatte übrigens Aeby schon selbst gedacht und vermied daher deren Anwendung bei einer weiteren Versuchsreihe,[1] welche jedoch nur sehr flüchtig beschrieben ist. Der Muskel wurde, wenn ich recht verstanden habe, am oberen Ende befestigt und quer durch seine Mitte eine Nadel geführt, welche mit dem zeichnenden Stifte in Verbindung stand.

Der Strom durchfloss wieder den ganzen Muskel. Auf diese Weise verzeichnete nur die obere Muskelhälfte ihre Contractionen. Die Fortpflanzung einer etwaigen, vom unteren Ende des Muskels ausgehenden Erregung auf die obere Hälfte, konnte hier nicht, wie bei den anderen Versuchen, durch die Klemme, beeinträchtigt werden. Auch gebrauchte Aeby hier die Vorsicht, bald das anatomisch obere, bald das untere Ende des Muskels zum räumlich oberen zu machen. „Das gewonnene Resultat unterschied sich nicht von dem frühern." Beobachtete Aeby „beide Hälften eines und desselben Muskels gleichzeitig, so verhielten sie sich bei jeder Zuckung entgegengesetzt, so lange nicht durch ungleich rasches Absterben Störungen eingetreten waren."

[1] L. c. S. 699.

Diese Bemerkung ist sehr auffällig. Sie lehrt, dass es sich hier gar nicht um Zuckungen handelte, welche den ganzen Muskel betrafen, sondern um jene, allerdings durch blosse Inspection zu controlirenden, anhaltenden Verkürzungen und Verdickungen, welche bei frischen Muskeln sich unter Umständen an die eigentliche Schliessungszuckung anschliessen, bei ermüdeten oder absterbenden Muskeln aber ohne Vorangehen einer solchen an der negativen, beziehungsweise bei der Öffnung an der positiven Elektrode auftreten können.

Diese während der Stromesdauer anhaltende Contraction in der Nähe der Kathode wird, wie erwähnt, von Bezold, Engelmann und Brücke daraus erklärt, dass das Leitungsvermögen durch den Strom herabgesetzt ist, oder von der Anode her sich eine Herabsetzung der Erregbarkeit nach der Kathode hin ausbreitet, und es wäre also von ihrem Standpunkte nichts dagegen einzuwenden, wenn man für diesen besonderen Fall mit Aeby sagen wollte, dass der Strom während seiner Dauer den Muskel in der kathodischen Hälfte direct (Brücke) oder indirect (Bezold, Engelmann) stärker errege, als in der anodischen Hälfte.

Gesetzt ferner, die von Bezold angenommene Herabsetzung des Leitungsvermögens in der Gegend der Anode entwickle sich schon im Momente der Schliessung, so würde auch eine von der Kathode ausgehende Schliessungserregung sich nur mit abnehmender Stärke bis zur Anode fortpflanzen und hieraus ein Überwiegen der Zuckung der kathodischen Muskelhälfte im Vergleich zur anodischen sich ergeben können.

Hätte also auch Aeby wirklich dargethan, was zweifelhaft ist, dass auch die eigentliche Schliessungszuckung an der kathodischen Muskelhälfte des frischen Muskels stets stärker ist, als an der anodischen, so würde dies nichts gegen die von Bezold und Engelmann vertretene Hypothese beweisen, was Aeby übrigens selbst ausdrücklich[1] zugestanden hat.

Wie man sieht, ergeben sich bei Durchsicht der bisher vorliegenden Arbeiten zahlreiche Angriffspunkte für eine erneute

---

[1] L. c. S. 707.

Untersuchung, welche sich insbesondere die Vermeidung der erwähnten Fehlerquellen zur Aufgabe zu machen hat. Herr Dr. Biedermann hat diese Untersuchung in ihrem vollen Umfange in Angriff genommen und wird über den ersten Theil seiner Ergebnisse in der folgenden Mittheilung berichten. Die von ihm benützten Vorrichtungen sollen hier noch in Kürze beschrieben werden.

Unpolarisirbare Muskelelektroden.

Um bei directer Muskelreizung durch den elektrischen Strom die Übelstände der metallischen Elektroden zu vermeiden, bediene ich mich schon seit Jahren beweglicher, nach Analogie der unpolarisirbaren Elektroden du Bois-Reymonds angefertigter Elektroden von verschiedener Form. Für Untersuchungen am *Sartorius* des Frosches fand ich die im Folgenden beschriebene zweckmässig.[1]

Eine 5,5 Cm. lange Glasröhre ist an ihrem oberen Theile mit einer geschlitzten Messinghülse versehen, die oben zwei diametral gegenüberliegende Spitzen trägt, welche in den Löchern eines Axenlagers ruhen, so dass sich die vertical herabhängende Röhre um diese Spitzen sehr leicht drehen und gleichsam pendeln kann. Das Axenlager ist an einem Messingringe (*m*) befestigt, welcher auf einem horizontalen Stabe (*q*) von Bein oder Hartgummi verstellbar ist. Über das untere Ende der Glasröhre ist ein kurzer Cylinder (*h*) von Hartgummi geschoben, dessen Lichtung die Fortsetzung der Röhrenlichtung bildet und welcher ausserdem in querer Richtung so durchbohrt ist, dass ein dünner Knochen, wie die *Tibia* oder das *Os ilei* des Frosches durch das Bohrloch hindurchgesteckt und mittels einer Schraube befestigt werden kann. Ein kleiner amalgamirter Zinkstab wird von oben in die Röhre gebracht und durch einen, an seinem oberen Ende angelötheten Messingbügel (*b*) getragen, der sich an der Messinghülse der Röhre fixiren lässt. Dieser Bügel läuft anderseits in einen kurzen, nach unten abgebogenen Kupferdraht aus, der in einen, dem Axenlager angelötheten und mit Quecksilber gefüllten Stahlnapf (*s*) taucht. Beim Hin- und Herpendeln der Röhre bleibt der Con-

[1] Vergl. die Figur auf S. 23.

tact des Drahtendes mit dem Quecksilber erhalten. Am unteren Ende des Stahlnapfes befindet sich ein Bohrloch mit Klemmschraube zur Befestigung eines Leitungsdrahtes.

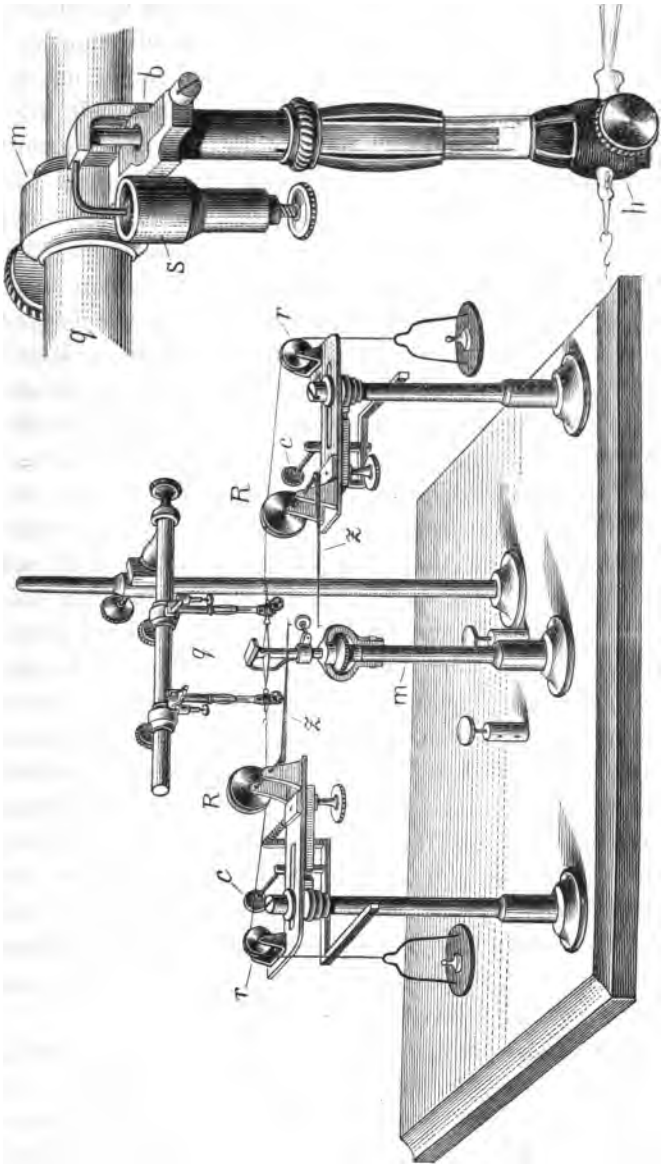
Beim Gebrauche wird der Hartgummi-Ansatz und das unterste Stück der Glasröhre mit Kochsalzthon, die übrige Röhre mit Zinkvitriollösung gefüllt und sodann der Zinkstab eingeschoben. Nachdem der Knochen durch das Bohrloch des Hartgummi-Ansatzes und den Thon durchgestossen ist, wird er mit der Schraube fixirt. In derselben Weise wird der Knochen am anderen Ende des Muskels in einer ganz gleichen Elektrode befestigt, so dass nunmehr der Muskel horizontal zwischen den beiden Elektroden ausgespannt ist. Am unteren Ende jeder Elektrode ist ferner ein Faden befestigt, welcher die Verbindung mit einem Muskelzeiger oder Muskelschreiber herstellt. Es kann beliebig die eine oder die andere Elektrode fixirt werden, so dass nur noch die andere der Verkürzung des Muskels folgt.

Apparat zur Untersuchung der polaren Wirkungen des elektrischen Stromes im Muskel.

Während v. Bezold und Engelmann das obere Stück des Muskels ganz unbeweglich zu machen suchten, um lediglich die Verkürzung des unteren Stückes verzeichnen zu können, wozu eine verhältnissmässig starke Einklemmung des Muskels nöthig ist, lässt der hier zu beschreibende Apparat[1] beiden Hälften des horizontal ausgespannten *M. sartorius* freie Beweglichkeit. Die Muskelmitte liegt zwischen zwei nur 5 Mm. langen, von einer Säule (*m*) getragenen und leicht verstellbaren Halbrinnen, welche mit einer Schichte öligen Modellirthones ausgekleidet sind. Dieser schmiegt sich der Form des Muskels innig an und hält ihn auch ohne irgend erhebliche Pressung durch blosse Reibung genügend fest. Mittels der *Tibia* einerseits, dem *Os ilei* andererseits ist der Muskel in der oben beschriebenen, leicht beweglichen unpolarisirbaren Elektrode befestigt und horizontal ausgespannt. Von jeder Elektrode läuft ein Faden horizontal weiter bis zu einer Rolle (*R*) von 15 Mm. Durchmesser, umschlingt dieselbe, geht dann über eine zweite

[1] Vergl. die Abbildung auf folg. S.

kleinere Rolle (*r*) und endet schliesslich an einer kleinen belasteten Schale. Die Axe jeder der beiden grösseren Rollen ist nach der



Apparat zur Untersuchung der polaren Wirkungen des elektrischen Stromes im Muskel. — Eine unpolarisirbare bewegliche Muskelelektrode in natürlicher Grösse.

einen Seite hin verlängert und trägt hier einen langen Zeiger (*z*). Beide Zeiger verlaufen horizontal einander entgegen und würden

sich mit den Spitzen berühren, wenn nicht die eine Rolle sammt ihrem Zeiger um 15 Mm. höher stände als die andere, daher die beiden Zeigerenden vertical übereinander liegen. Die vom Muskel zu den Rollen gehenden Fäden verlaufen gleichwohl beide horizontal, weil der eine von oben, der andere von unten her um die Rolle der entsprechenden Seite geschlungen ist. Das Ende jedes Zeigers trägt einen kurzen Stift, welcher die berusste Trommel berührt; mittelst einer Schraube (*c*) kann dieser Contact fein regulirt werden. Die beiden Schreibspitzen liegen, wenn der Muskel unthätig ist, senkrecht übereinander, bei seiner Contraction aber geht die eine bogenförmig nach oben, die andere nach unten und verzeichnet so die Verkürzung der entsprechenden Muskelhälfte. Die Reibung des im Thone eingelagerten Mittelstückes des Muskels ist gross genug, um eine irgend erhebliche mechanische Uebertragung der Bewegung von einer Muskelhälfte auf die andere zu verhindern, worüber man sich durch Controlversuche Gewissheit verschaffen kann. Zu diesem Zwecke zerquetscht man den im Apparate eingespannten Muskel nahe seiner Mitte mit Hilfe einer Pincette und reizt das eine Ende z. B. mit Inductionsschlägen. Dabei darf, wenn die Quetschung eine vollständige war, nur der Zeiger auf der Seite der gereizten Stelle sich bewegen. Erfolgt auch auf der anderen Seite noch eine kleine Bewegung, so genügt für die Folge ein etwas stärkeres Zusammenrücken der beiden Halbrinnen, um dies zu verhindern.

Da die Schreibstifte Kreisbogen beschreiben, so wird dadurch die Zuckungscurve auf der bewegten Russfläche entsprechend verzerrt, und weil der von dem einen Stifte beschriebene Kreisbogen seine Convexität, der andere aber seine Concavität der Seite zuwendet, nach welcher die Russfläche sich hinbewegt, so erfolgt die Verzerrung der oberen Zuckungscurve in anderem Sinne als die der unteren. Dies hat aber für die Versuche, zu welchen der Apparat bestimmt ist, nichts auf sich.

Die bogenförmige Bahn des Schreibstiftes verbietet es auch, auf einer Trommel von kleinem Durchmesser zu schreiben, weil sonst bei stärkeren Zuckungen des Muskels der Stift die Russfläche verlässt. Kommt es also darauf an, hohe Zuckungscurven zu verzeichnen, so benütze ich dazu eine ebene Russfläche. Das Kymographion unseres Institutes, welches ein berusstes Papier

von 266 Cm. Länge an den Schreibstiften vorüberführt, ist mit einer Einrichtung versehen, durch welche das Papier mit hinreichender Spannung über zwei, 5 Cm. von einander abstehende dünne Verticalwalzen gezogen wird, so dass es zwischen denselben eine schmale ebene Fläche bildet.

Bei zeitmessenden Versuchen kommt es meist nur auf den Anfangstheil der Curve an, welcher sich auch auf stark gekrümmter Fläche gut verzeichnet. Ueberdies benütze ich hierzu einen Cylinder von 1 M. Umfang, bei welchem der erwähnte Übelstand kaum in Betracht kommt.

Der beschriebene Apparat eignet sich ganz allgemein zur Untersuchung und Demonstration der Gesetze, nach welchen elektrische Ströme auf den Muskel wirken, weil er jedes verschiedene Verhalten der anodischen und kathodischen Muskelhälfte gleichzeitig darlegt. Man erspart überdies durch denselben im Vergleich mit den früheren Methoden mehr als die Hälfte der Versuche. Um die Zuckungen oder dauernden Contractionen weithin sichtbar zu machen, setzt man an die verlängerten Axen der Rollen statt der oben beschriebenen Zeiger zwei längere horizontale Halme von Pfeifengras derart, dass sie nicht wie die Zeiger nach der Mitte des Apparates, sondern beiderseits entgegengesetzt nach aussen verlaufen, und befestigt an ihrem Ende eine kleine Papierscheibe welche auf einem getheilten Kreisbogen spielt.

Will man nur den halben Muskel zur intrapolaren Strecke machen, so wird die Mittelsäule (*m*), welche die zur Aufnahme der Muskelmitte bestimmten Rinnen trägt, durch eine unbewegliche unpolarisirbare Elektrode ersetzt. Dieselbe ist ebenfalls mit ganz ähnlichen Halbrinnen versehen, doch sind letztere mit Kochsalzthon ausgekleidet, welcher unmittelbar in den, die Glasröhre der Elektrode unten verschliessenden Kochsalzthon übergeht. Auch bei dieser Einrichtung verzeichnet dann jede Muskelhälfte, sowohl die durchströmte als die nicht durchströmte, gesondert ihre Contractionen .

Stimmgabel-Apparat zu zeitmessenden Versuchen.

Um die Dauer der latenten Reizung oder die Leitungsgeschwindigkeit im Muskel zu bestimmen, bediene ich mich in

üblicher Weise einer, an einem Stativ befestigten Stimmgabel, welche ihre Schwingungen auf die berusste Trommel verzeichnet. Vor Beginn jedes Versuches schiebe ich ein, mit passender Handhabe versehenes Eisenstück von der Form eines elliptischen Cylinders zwischen die Zinken der Gabel und dränge durch Drehung desselben die beiden Zinken auseinander. Zwischen die Enden der nun etwas divergirenden Zinken wird sodann ein kleiner Eisenkeil eingeschoben, welcher dieselben festhält, worauf der erwähnte Eisencylinder wieder entfernt wird. Der kleine Eisenkeil sitzt am kurzen Arme eines doppelarmigen Hebels, der am Stativ befestigt ist. Durch einen Druck auf den langen Arm des Hebels kann ich den Keil plötzlich aus der Gabel herausziehen und so die Gabel in Schwingung versetzen. Stimmgabel und Eisenkeil sind je mit einem Drahte in leitender Verbindung, unter sich aber isolirt. In demselben Momente also, wo der Keil die Stimmgabel verlässt und letztere zu schwingen beginnt, kann ich auch einen, durch den Contact des Keils mit der Gabel geschlossenen Strom unterbrechen, und es markirt mir auf diese Weise die Stimmgabel zugleich den Moment der Reizung, sei es dass der Strom einer primären Spirale unterbrochen und der Muskel durch den Öffnungsinductionsstrom gereizt wird, oder dass ein, den Muskel selbst durchfliessender Kettenstrom geöffnet und eine Öffnungszuckung ausgelöst wird, oder sei es endlich, dass die durch den Stimmgabelapparat hergestellte gut leitende Nebenschliessung eines Kettenstromes aufgehoben wird, so dass der letztere nun in den passend eingeschalteten Muskel einbricht und eine Schliessungszuckung erzeugt.

Mit dieser einfachen Vorrichtung lassen sich, auch wenn man nur über einen mit der Hand drehbaren Cylinder verfügt, alle hierher gehörigen Versuche leicht und in sehr übersichtlicher Weise anstellen, daher ich mich des Apparates auch bei Collegienversuchen zu bedienen pflege. [1]

[1] Die hier beschriebenen Apparate werden von R. Rothe, Mechaniker des physiol. Instituts in Prag, verfertigt.

X. SITZUNG VOM 17. APRIL 1879.

Herr Hofrath Freih. v. Burg übernimmt als Alterspräsident den Vorsitz.

Der Vorsitzende gibt Nachricht von dem am 4. April d. J. erfolgten Ableben des ausländischen correspondirenden Mitgliedes dieser Classe Herrn Professors Dr. H. W. Dove in Berlin.

Die Anwesenden erheben sich zum Zeichen des Beileids von ihren Sitzen.

Das k. k. Ministerium des Innern übermittelt den von der Bezirkshauptmannschaft in Poděbrad dem Herrn Statthalter von Böhmen erstatteten Bericht über einen in der Gemeinde Pniow ausgegrabenen Meteorstein unter Beischluss einiger Stücke dieses Gesteins.

Die Gesellschaft der Künste und Wissenschaften in Batavia übermittelt das Gedenkbuch über die Feier ihres hundertjährigen Bestandes (1778—1878) und die aus diesem Anlasse geprägte Erinnerungs-Medaille.

Das w. M. Herr Hofrath Ritter v. Brücke übermittelt eine für die akademische Bibliothek bestimmte Fortsetzung der Mittheilungen aus dem königl. zoologischen Museum zu Dresden von dem Director dieses Museums Herrn Dr. A. B. Meyer. (III. 1878).

Der Secretär legt folgende Dankschreiben für bewilligte Subventionen zu wissenschaftlichen Zwecken vor:

1. Von dem w. M. Herrn Regierungsrath Prof. v. Stein in Prag zur diesjährigen Reise nach den norddeutschen Küsten behufs Vollendung seiner Studien über die Flagellaten.

2. Von dem c. M. Herrn Prof. L. v. Barth in Wien zur Weiterführung der Versuche über die Einwirkung von schmelzendem Natron auf aromatische Substanzen.
3. Von Herrn Prof. F. Toula in Wien zur Fortsetzung seiner Studien über den geologischen Bau der Grauwackenzone der nordöstlichen Alpen.
4. Von Herrn Prof. K. Zulkowsky in Brünn zur Durchführung seiner Untersuchungen über das Corallin.

Das w. M. Herr Hofrath Dr. F. v. Hochstetter übersendet eine Abhandlung des Herrn Prof. H. Höfer in Klagenfurt unter dem Titel: „Gletscher- und Eiszeit-Studien."

Das c. M. Herr Prof. E. Weyr übersendet eine Abhandlung: „Über Involutionen *n*-ten Grades und *k*-ter Stufe."

Das c. M. Herr Prof. Wiesner übersendet eine Abhandlung, betitelt: „Versuche über den Ausgleich des Gasdruckes in den Geweben der Pflanzen."

Das c. M. Herr Prof. L. Boltzmann übersendet zwei Abhandlungen des Herrn Dr. Julius Donath, Privatdocenten an der technischen Hochschule in Graz, betitelt: 1. „Die spec. Wärme des Uranoxyd-Oxyduls und das Atomgewicht des Urans" und 2. „Notiz über die Darstellung des Baryums aus Baryumamalgam".

Das w. M. Herr Hofrath Prof. Ritter v. Brücke überreicht eine Abhandlung: Über den Zusammenhang zwischen der freiwilligen Emulgirung der Öle und dem Entstehen sogenannter Myelinformen".

Der Secretär Herr Hofrath J. Stefan überreicht eine Abhandlung: „Über die Abweichungen der Ampère'schen Theorie des Magnetismus von der Theorie der elektromagnetischen Kräfte."

An Druckschriften wurden vorgelegt:

Academia, Real de Ciencias medicas, fisicas y naturales de la Habaña: Anales. Entrega 176. Tome XV. Marzo 15. Habaña, 1879; 8°.

Académie de Médecine: Bulletin. 43e année, 2me série. Tome VIII. Nrs. 13 & 14. Paris, 1879; 8°.

Accademia, reale delle scienze di Torino: Atti. Vol. XIV. disp. 2a (Gennaio 1879). Torino; 8°.

Akademie, Kaiserlich Leopoldino-Carolinisch-Deutsche, der Naturforscher: Leopoldina. Heft XV. Nr. 5—6. Halle a. S. 1879; 4°.

— koninklijke van Wetenschappen te Amsterdam: Proces verbaal van de gewone Vergadering de Afdeeling Natuurkunde. 1877—1878. Nr. 1. 8°. — Verslagen en Mededeelingen. Tweede reeks XII & XIII. Deel. Amsterdam, 1878; 8°.

— Verhandelingen. XVIII. Deel. Amsterdam, 1879; 4°.

— — Jaarboek voor 1877. Amsterdam; 8°.

Akademija, jugoslavenska znanosti i umjetnosti: Rad. knjiga XLVI. U Zagrebu, 1879; 8°.

Apotheker-Verein, allgem. österr.: Zeitschrift (nebst Anzeigen-Blatt). XVII. Jahrgang, Nr. 11. Wien, 1879; 4°.

Astronomische Nachrichten. Band 94; 20. Nr. 2252. Kiel, 1879; 4°.

Bibliothèque Universelle et Revue Suisse: Archives des Sciences physiques et naturelles. III. Période. Tome premier. Nr. 3.—15 Mars 1879. Genève, Lausanne, Paris, 1879; 8°.

Bredichin, Th.: Remarques générales sur les Comètes. IV. Moscou, 1879; 4°.

Comptes rendus des Séances de l'Académie des Sciences. Tome LXXXVIII, Nrs. 12 & 13. Paris, 1879; 4°.

Genootschap, het Bataviaasch van Kunsten en Wetenschappen gedurende de eerste eeuw van zijn Bestaan 1778—1878. Gedenkboek. Batavia. Amsterdam, 1878; fol.

Gesellschaft, königliche der Wissenschaften zu Göttingen. Abhandlungen. XXIII. Band vom Jahre 1878. Göttingen; 4°.

— — Nachrichten von der k. Gesellschaft der Wissenschaften und der Georg-Augusts-Universität aus dem Jahre 1878. Göttingen, 1878; 12°.

— — Göttingische gelehrte Anzeigen. 1878. I. & II. Band. Göttingen, 1878; 12°.

— — k. k. geographische, in Wien: Mittheilungen. Band XXII. (N. F. XII), Nr. 3. Wien, 1879; 8°.

— — zoologisch-botanische in Wien: Verhandlungen. Jahrgang 1878. Wien, 1879; 8°.

Gewerbe-Verein. n.-ö.: Wochenschrift. XL. Jahrgang. Nr. 15. Wien, 1879; 4°.

Ingenieur- und Architekten-Verein, österr.: Wochenschrift. IV. Jahrgang. Nr. 14 & 15. Wien, 1879; 4°.

Journal für praktische Chemie, von H. Kolbe. N. F. Bd. XIX. Nr. 2—4. Leipzig, 1879; 8°.

Meyer, A. B. Dr.: Mittheilungen aus dem k. zoologischen Museum zu Dresden. 3. Heft. Dresden, 1878; fol.

Militär-Comité, k. k., technisches und administratives: Mittheilungen über Gegenstände des Artillerie- und Genie-Wesens. Jahrgang 1879. 2. u. 3. Heft. Wien, 1879; 8°.

Museum in Bergen: Turbellaria ad litora Norvegiae occidentalia; af Olaf S. Jensen. Bergen, 1878; gr. 4°.

Nature. Vol. 19. Nrs. 492 & 493. London, 1879; 4°.

Observations de Poulkova par Otto Struve. Vol. IX. St. Pétersbourg, 1878; fol. — Jahresbericht am 20. Mai 1878 dem Comité der Nicolai-Hauptsternwarte. St. Petersburg, 1878; 8°.

Russische Expeditionen zur Beobachtung des Venusdurchganges 1874. Abtheilung II. Nr. 1. Bearbeitung der photographischen Aufnahmen im Hafen Possiet, von Dr. B. Hasselberg. St. Petersburg, 1877; 4°.

Reichsanstalt, k. k. geologische: Verhandlungen. Nr. 4 & 5. 1879. Wien, 1879; 8°. — Nr. 13—17. Wien, 1878; 8°.

„Revue politique et littéraire" et „Revue scientifique de la France et de l'Étranger". VIIe Année, 2e Série, Nrs. 40 & 41. Paris, 1879; 4°.

Snellen van Vollenhoven Dr.: Pinacographia. Part 7. 'S Gravenhage, 1878; fol.

Società degli spettroscopisti italiani: Memorie. Dispensa 2^a. Febbraro 1879. Palermo; gr. 4°.

Society, the royal geographical: Proceedings and monthly Record of Geography. Vol. I. Nr. 4. April, 1879. London; 8°.

Strassburg, Universität: Akademische Gelegenheitsschriften pro 1877/78. 62 Stücke 8° & 4°.

Wiener Medizin. Wochenschrift. XXIX. Jahrgang, Nr. 14 & 15. Wien, 1879; 4°.

Winkler, Clemens Dr.: Die Untersuchung des Eisenmeteorits von Rittersgrün. Halle, 1878; 4°.

Über den Zusammenhang zwischen der freiwilligen Emulgirung der Öle und dem Entstehen sogenannter Myelinformen.

Von dem w. M. **Ernst Brücke.**

I.

Johannes Gad hat im vorigen Jahre die folgenreiche Beobachtung gemacht, dass mit fetten Säuren verunreinigte flüssige Fette in verdünnten Lösungen von kohlensaurem Natron unter gewissen, von ihm näher bezeichneten Bedingungen ohne jede Anwendung von mechanischer Gewalt, ohne Schütteln, ohne Reiben, ganz von selbst in Emulsion übergeführt werden. [1]

Georg Quincke, der in Rücksicht auf das Thatsächliche mit Gad übereinstimmt, weicht rücksichtlich der Erklärung der im Fette entstehenden Bewegungen, die Gad von Diffusionsvorgängen ableitet, von ihm ab und führt dieselben zurück auf die Ausbreitung von Seifenwasser an der Grenze von Öl und Sodalösung und auf die damit verbundene Abnahme der Oberflächenspannung. [2]

Bei der Wiederholung der Versuche von Gad, bei denen ein kleiner Öltropfen auf Sodalösung gesetzt und dann bei mässiger Vergrösserung beobachtet wird, fiel es mir auf, dass die dabei auftretenden Erscheinungen in continuirlicher Reihe übergeführt werden können in solche, wie man sie beobachtet beim Entstehen sogenannter Myelinbildungen, wie sie namentlich durch die Untersuchungen von Virchow und von F. W. Beneke bekannt sind. Es handelt sich hier nicht um Formen, wie sie Gad auf

---

[1] E. du Bois-Raimond's Archiv für Physiologie. 1878. S. 181.

[2] Pflüger's Archiv für die gesammte Physiologie. Bd. 19, S. 129.

Tafel II, Fig. 1 in seinem gelbgerandeten Stern abbildet, sondern um viel kleinere, mikroskopische, relativ langsam wachsende, auch erstarrende Bildungen, welche unter Umständen an die Stelle der raketenartig herausschiessenden Ölfäden treten, die in Gad's Figur durch feine, weisse Striche angedeutet sind. Diese Bildungen sind ähnlich den Gestalten, welche man erhält, wenn man nach Beneke's Vorgang [1] Cholesterinkrystalle in Seifenwasser oder den Abdampfungsrückstand vom alkoholischen Extract des gekochten Eidotters in reinem Wasser beobachtet. Es muss hier daran erinnert werden, dass Neubauer schon im Jahre 1866 mittelst Ölsäure und Ammoniakflüssigkeit und auch mittelst an Ölsäure reichen fetten Ölen und Ammoniakflüssigkeit Myelinformen erhielt (Virchow's Archiv. Bd. 36, S. 303).

Wenn man sich innerhalb der Bedingungen hält, welche Gad als für die Emulsionsbildung günstig bezeichnet, so findet man Alles so, wie er es beschreibt; wenn man aber den Zusatz von Ölsäure zu dem Olivenöl, mit dem man arbeitet, und auch die Menge des kohlensauren Natrons nach und nach steigert, treten die Myelinformen immer charakteristischer hervor.

Wenn man dieselben bei gekreuzten nicolschen Prismen unter dem Polarisationsmikroskope untersucht, so findet man, dass sie wesentliche Unterschiede zeigen. Einige von ihnen bleiben dunkel in allen Azimuthen, andere zeigen eine doppelbrechende Hülle. Diese Hülle ist von sehr verschiedener Dicke, bald so dünn, dass sie eben nur noch an einer feinen Lichtlinie erkannt werden kann, bald so dick, dass sie einen nicht unbeträchtlichen Bruchtheil des ganzen Kolbens ausmacht. Diese doppelbrechende Hülle besteht aus Seifenkrystallen, die so gerichtet sind, dass ihre optische Axe senkrecht zur Oberfläche des Kolbens steht. Manchmal reichen die Krystalle bis zur Axe des Kolbens. Dann erscheint der letztere in seiner ganzen Dicke doppelbrechend und es können auch Farben höherer Ordnungen zur Erscheinung kommen.

Dass die doppelbrechende Hülle aus Seife besteht, ergibt sich zunächst daraus, dass bei der Anwendung der genannten

---

[1] Studien über das Vorkommen, die Verbreitung und die Function von Gallenbestandtheilen in den thierischen und pflanzlichen Organismen. Giessen 1862.

Flüssigkeiten kein anderes Product an ihrer Grenze entstehen kann. Dass die Seifenkrystalle mit ihrer optischen Axe senkrecht zur Oberfläche standen, ergab sich daraus, dass die Randzonen der Kolben, wenn sie in wirksamen Azimuthen lagen, hell erschienen, während die Mitte in allen Azimuthen dunkel blieb. Man könnte dies vielleicht davon herleiten wollen, dass man hier durch eine dünnere doppelbrechende Schichte hindurch sah. Das war aber nicht der Grund, denn ich habe mich überzeugt, dass noch sehr kleine Seifenkrystalle im dunklen Sehfelde hell erscheinen, wenn das Licht nicht parallel zur optischen Axe hindurchgeht, sondern mit ihr einen nicht allzukleinen Winkel macht. Je dicker die doppelbrechende Rinde ist, um so schmäler wird natürlich das zwischen den hellen Randzonen verlaufende dunkle Band. Denn so lange man sich innerhalb des primären Grau bewegt, wächst die Lichtstärke sowohl, wenn die Dicke der Schichte, welche durchlaufen wird, zunimmt, als auch wenn die Abweichung vom Parallelismus zur optischen Axe grösser wird. Es kann also bei gegebener Grösse der letzteren eine dünne Schichte noch dunkel erscheinen, wo eine dickere schon hell erscheint. Ausserdem wächst ja mit der Dicke der doppelbrechenden Rindenschichte auch die Breite der Zone, in der das Licht Krystalle passirt, die es senkrecht zur optischen Axe durchlaufen muss. Ist der ganze Kolben von der Seife durchwachsen, so existirt das schwarze Band gar nicht mehr, weil dann das Licht überall Seifenkrystalle senkrecht zur optischen Axe passiren muss.

Da, wo am Ende des Kolbens die helle Randzone der einen Seite bogenförmig in die der anderen Seite übergeht, bemerkt man die dunklen, sich kreuzenden Linien der unwirksamen Azimuthe, d. h. die Linien, in denen die vom Lichte senkrecht oder schief zur optischen Axe durchwanderten Krystalle so orientirt sind, dass die Schwingungsebenen des ordinären und des extraordinären Strahles parallel sind den Polarisationsebenen der gekreuzten nicolschen Prismen des Polarisationsmikroskopes.

Endlich kann kein Zweifel übrig bleiben, da man an soliden Kolben oder an solchen, die eine sehr dicke Rinde haben, nicht selten die Krystalle selbst und ihre radiale Anordnung beobachten kann.

Genaueres über die Lage der optischen Axe oder der optischen Axen in den Seifenkrystallen kann ich nicht angeben.

Nur so viel geht aus den Erscheinungen hervor, dass die optische Axe, von der wir bis jetzt allein Kenntniss haben, entweder in die Richtung der Längsdimension fällt, oder doch mit ihr nur einen kleinen Winkel macht.

Es ist bekannt, dass an den sogenannten Myelinbildungen auch Arborisationen beobachtet werden, dass ein Kolben aus dem anderen hervorwächst und so Verzweigungen entstehen. Auch dies habe ich an den in Rede stehenden Bildungen gesehen.

Ausserdem bemerkt man oft im polarisirten Lichte eine eigenthümliche, zum Rande des Kolbens senkrecht stehende Streifung. In einigen Fällen zeigten alle Kolben eines Sehfeldes diese Streifung, sonst kam sie vereinzelt oder gar nicht vor. Nach Entfernung des oberen Nikols war die Streifung bisweilen noch eben sichtbar, aber nur äusserst schwach, während sie früher sehr scharf und deutlich dunkel in Hell gezeichnet war. Manchmal verschwand sie beim Wegnehmen des oberen Nikols ganz. Solche Streifungen können entstehen auf sehr verschiedene Weise. Erstens kann die Längsdimension des Kolbens in einem der unwirksamen Azimuthe liegen. Dann liegen die Seifenkrystalle im Stiel desselben entweder genau im anderen unwirksamen Azimuthe oder sie machen mit demselben kleine Winkel. Diejenigen, welche genau im anderen unwirksamen Azimuthe liegen, werden dunkel erscheinen, diejenigen dagegen, welche mit ihm Winkel machen, hell. Diese Streifungen sind daran kenntlich, dass sie unter bedeutender Helligkeitszunahme der betreffenden Partie verschwinden, wenn man das Object um etwa 45° Azimuth dreht. Weiter können Streifungen verursacht werden durch Kreuzungen. Wenn das geradlinig polarisirte Licht nach einander Seifenkrystalle durchwandert, die an und für sich sämmtlich wirksam orientirt sind, dabei sich aber in ihren Azimuthen rechtwinkelig kreuzen, so wird begreiflicher Weise der Gangunterschied, der in den einen erlangt ist, in den anderen wieder aufgehoben oder geschwächt. Manchmal liegt die Mechanik einer solchen Streifung offen zu Tage, indem man unter oder über den Stiel eines Kolbens der Quere nach ein System von fadenförmigen, neben einanderliegenden Kolben hinziehen sieht, die mit ihren im übrigen weisslichen Randzonen dunkle Striche in den Stiel des Kolbens einzeichnen.

Endlich können auf dem Umrisse des Kolbens senkrecht stehende Streifen herrühren von Lücken zwischen den Krystallen oder Krystallbündeln, welche durch nachträgliches Vordringen der flüssigen Inhaltsmasse oder durch zufälligen Druck des Deckglases erzeugt wurden.

II.

Ich habe eine Reihe von Seifen auf ihr Emulgirungsvermögen gegen gereinigtes Olivenöl untersucht. Dasselbe war mittelst Ätzbaryt entsäuert und gab mit Sodalösung auch beim Schütteln keine Emulsion. Ein Tropfen des Öls schwamm auf einer gegen das nicht entsäuerte Öl sehr wirksamen Sodalösung vollkommen ruhig und ohne Tröpfchen auszuwerfen. Das Öl entfärbte ferner eine vorsichtig und nur mit einer sehr geringen Menge von Alkali geröthete, alkoholische Hämatoxilinlösung nicht.

Die verschiedenen Seifenlösungen zeigten sich sehr verschieden wirksam. Manchmal konnte das Emulgirungsvermögen gesteigert werden durch Zusatz einer geringen Menge einer verdünnten Natronlösung, welche weder für sich allein, noch weiter mit Wasser verdünnt das Öl emulgirte. In anderen Fällen wieder nützte der Zusatz einer geringen Menge von Ölsäure zum Seifenwasser. Es ist dies aber nicht so wirksam wie der Zusatz von Ölsäure zu dem Öl. Unreine, d. h. mit fetten Säuren verunreinigte Öle emulgiren sich mit Seifenwasser besser als gereinigte.

In keinem Falle aber konnte ich durch blosses Schütteln mit reinem Öl und Seifenwasser so feine, gleichmässige und haltbare Emulsionen erhalten, wie sie ölsäurehaltiges Öl mit kohlensaurem Natron gab. Die Emulsion erhielt sich zwar, wenn die Bedingungen günstig gewählt waren, als solche; aber sie trennte sich von einer unteren wässrigen, seifenhaltigen, aber ölfreien Schicht, während bei Emulsionen, die aus ölsäurehaltigem Öl und Sodalösung bereitet waren, diese untere Schichte zwar auch fettärmer wurde, aber doch immer noch milchig getrübt blieb, offenbar weil ein grosser Theil der Fetttröpfchen so klein und desshalb ihr Auftrieb so schwach war, dass er von der Molecularbewegung paralysirt wurde (Vergl. S. Exner, diese Berichte LVI, Abth. II, S. 75).

Ich zweifle nicht, dass sich durch kunstgerechtes und sorgfältiges Subigiren auch die aus Seifenwasser und reinem Öl bereiteten Emulsionen noch hätten verbessern lassen, aber für mich war die Erfahrung hinreichend, dass ich hier stets mechanische Gewalt anwenden musste, um überhaupt eine Emulsion zu erhalten. Wenn ich einen grösseren Tropfen gereinigten Öles auf eine Seifenlösung setzte, so breitete sich derselbe zwar darauf aus, zerriss auch in Stücke, die wiederum in kleinere Stücke zerrissen, aber das erfolgte mit solcher Langsamkeit, dass die einzelnen Tropfen nach Tagen noch makroskopisch waren, ja Durchmesser von mehreren Millimetern zeigten und keine milchige Trübung auftrat. Es mögen mit einem leichtflüssigeren Öle diese Veränderungen schneller erfolgen und sich weiter fortsetzen; aber schon der Umstand, dass dasselbe Öl, welches sich hier so träge verhielt, mit Ölsäure verunreinigt und in Sodalösung gebracht, so lebhafte Bewegungen und rasche Emulgirung zeigte, bewies, dass in letzterem Falle noch andere treibende Kräfte vorhanden sein mussten als die Ausbreitung der gebildeten Seife an der Grenze des Öls und die damit verbundene Abnahme der Oberflächenspannung.

Als Ausdruck einer Diffusion im physikalischen Sinne des Wortes kann man jene Bewegungen auch nicht ohne Weiteres auffassen, denn für eine Diffussion im gewöhnlichen Sinne fehlt die erste Bedingung, nämlich die, dass die diffundirende Flüssigkeit, Ölsäure, direct mischbar sei mit der Flüssigkeit, Sodalösung, in welche sie hineindiffundiren soll. Es tritt in unserem Falle eine chemische Action ein, und auch damit ist noch keine vollkommene Löslichkeit des Einen in dem Anderen gegeben. Dass die Seife, welche Seifenlösungen trübt, ungelöst sei, daran zweifelt Niemand; aber auch klare wässerige Seifenlösungen zeigen durch die Art, wie sie den Schaum halten, dass sie wahren und vollkommenen Lösungen nicht ohne Weiteres zu vergleichen sind.

Die chemische Action selbst, beziehungsweise die ihr nach dem gewöhnlichen Ausdrucke zu Grunde liegende chemische Anziehung, bietet uns die volle Erklärung für die beobachteten Bewegungen. Die lebendigen Kräfte, die wir in ihnen arbeiten sehen, stammen aus der Spannkraft (ich bediene mich hier der ursprünglichen Nomenclatur von Helmholtz), welche in

lebendige Kraft umgesetzt wird, indem die freie Ölsäure mit dem Alkali zu Seife zusammentritt.

Dass diese lebendigen Kräfte ein so auffälliges Arbeitsresultat geben können, beruht eben auf der von Quincke erörterten Abnahme der Oberflächenspannung. Das Resultat des Processes ist eine sehr grosse Vermehrung der Oberfläche. Man kann ihn desshalb folgendermassen auffassen: Da die beiden ursprünglichen Flüssigkeiten sich nicht miteinander mischen, so besteht der einzige Weg, die Vereinigung der Ölsäure mit dem Alkali möglichst schnell zu erzielen, in einer möglichst grossen Ausdehnung der Berührungsfläche zwischen eben jenen Flüssigkeiten. Dieser wirkt die Oberflächenspannung entgegen, indem sie die Trennungsfläche so klein als möglich zu machen sucht. Die Oberflächenspannung sinkt aber nach Quincke durch die Seifenbildung, wenn man den Öltropfen als ursprünglich auf Wasser liegend betrachtet, von 2·30 Mgr. auf 0·36 Mgr. oder um 84 Procent. Die chemischen Kräfte überwiegen also und streben, da die Wiedervereinigung der einmal entstandenen Tropfen durch die um sie gebildeten Seifenhäutchen verhindert wird, bis zu einer gewissen Grenze mit Erfolg ihrem Ziele zu. Diese Grenze kann entweder dadurch gesetzt werden, dass die Ölsäure aufgezehrt ist oder das Alkali. Diess ist der von Gad beschriebene Fall, in der dem Rest des Öltropfens in allen seinen Theilen zur Ruhe kommt und nun auch unter Einwirkung mechanischer Kräfte nicht weiter in der Flüssigkeit emulgirt wird. Oder die Grenze kann dadurch gesetzt werden, dass die Tropfen so klein werden, dass die aus ihnen frei werdenden Kräfte nicht mehr im Stande sind, die Oberflächenspannung zu überwinden, beziehungsweise das gebildete Seifenhäutchen zu zerreissen.

Dieser letztere Punkt führt uns zu dem Zusammenhange mit den Myelinbildungen und zu ihrer Erklärung.

Wenn die Seife an der Berührungsfläche sofort in grösserer Masse gebildet wird, so erwächst hierdurch eine Erschwerung für die in Action gesetzten Kräfte. Die Folge davon ist, dass sie das Ziel ihrer Arbeit, die chemische Vereinigung von Ölsäure und Alkali nicht auf den kürzesten Wege der raschen Oberflächenvermehrung erreichen, sondern je nach der Dicke und Festigkeit der gebildeten Seifenhüllen bald gröbere, bald feinere Kolben

austreiben, die aber noch mit dem Muttertropfen in Zusammenhang bleiben, während sich die weitere Seifenbildung theils an der Oberfläche neu hervortretender Kolben, theils dadurch vollzieht, dass Ölsäure und Alkali an bereits gebildeten Seifentheilen fortwandern und so die Seifenhüllen mehr und mehr verdicken.

Eine Zwischenstufe zwischen der Bildung der gewöhnlichen Myelinformen und der freiwilligen Emulgirung in ihrer vollkommensten Gestalt besteht darin, dass aus dem Muttertropfen dünne, fadenförmige Kolben raketenartig hervorschiessen und dann von ihrem Ende einige Ölkugeln fortschleudern, ohne sich jedoch in ihrer Totalität vom Muttertropfen zu trennen oder in kleine Tröpfchen zu zerfallen.

An den erstarrenden Myelinbildungen hat man Gelegenheit zu sehen, dass nicht nur die Ölsäure zum Alkali, sondern dass auch das Alkali zur Ölsäure wandert. Es zeigt sich dies in dem concentrischen Fortwachsen der Seifenkrystalle, das sich manchmal bis zur Axe des Kolbens, beziehungsweise bis zum Centrum eines gebildeten Knopfes fortsetzt, während doch die Grenze zwischen fettiger und wässeriger Substanz sich da befindet, wo die Bildung der Seifenkrystalle beginnt, also an ihrem peripherischen Ende.

III.

Die mittelst alkoholischen Eidotterextractes und destillirten Wassers und die mittelst Cholesterin und Seifenwassers erzeugten Myelinformen zeigen, wenn die doppelbrechenden Rindenschichten ihrer Kolben dick genug sind, unter dem Polarisationsmikroskope dieselben Erscheinungen, wie die, welche man aus mit Ölsäure verunreinigtem Olivenöl in einer Sodalösung erhält. Besonders schön sind die aus Eidotterextract, weil hier jene Rindenschichten in der Regel sehr dick ausfallen und desshalb lebhaftere und mannigfaltigere Farben zur Erscheinung kommen. Man erhält hier bisweilen Bilder, die zu den schönsten Erscheinungen, welche das Polarisationsmikroskop bietet, gerechnet werden können.

Dagegen kennt man hier leider die gebildeten Producte und den ganzen Process nur äusserlich. Dies gilt nicht nur vom arbeitenden Eidotterextract, sondern auch von dem anscheinend viel einfacheren Falle, in dem Seifenwasser auf Cholesterinkrystalle einwirkt.

Sicher ist nur, dass ein Theil des Cholesterins in die flüssigen oder festen Bestandtheile des Kolbens übergeht. Denn die Krystalle bekommen an ihren Rändern kleine Defecte, wie Anbisse oder Sägeeinschnitte, an ihren Flächen kleine Gruben oder Löcher. Man kann wohl mit grosser Wahrscheinlichkeit den fetten Säuren in der Seife eine wesentliche Rolle bei diesem Anfressen zuschreiben, da sich Cholesterin in beträchtlicher Menge in Ölsäure löst.

Wenn man Seifenwasser mit Cholesterin mischt und auf dem Wasserbade zur Trockne abdampft, so erhält man eine Masse, die mit blossem Wasser benetzt, Myelinformen gibt. Es ist diese Thatsache um so bemerkenswerther als die Wärme, wovon ich mich mittelst des heizbaren Objecttisches überzeugt habe, den Process, durch den die Myelinformen entstehen, beschleunigt. Ja selbst als ich diese Masse wieder in Wasser aufnahm und sie 24 Stunden damit stehen liess, erhielt ich beim nochmaligen Abdampfen zur Trockne wieder eine myelinformenbildende Substanz. Die Kolben waren sogar in sehr kurzer Zeit und in sehr grosser Zahl entwickelt, aber sie waren blässer, d. h. schwächer lichtbrechend, als die, welche man aus Cholesterinkrystallen und Seifenwasser direct erhält, und obgleich stärkere Vergrösserungen einen geschichteten Bau nachwiesen, so zeigten sie doch nur ausnahmsweise und auch dann nur schwache Spuren von Doppelbrechung.

Aus dem wiederholten Auftreten der Myelinformen könnte man den Schluss ziehen, dass man es überhaupt nur mit einem Quellungsprocesse zu thun habe, indem man sich darauf stützte, dass ein und derselbe chemische Process zwischen denselben Componenten doch nicht ein zweites Mal ablaufen kann, wenn er nicht inzwischen seinen Weg rückwärts durchlaufen hat. Aber dieser Schluss würde meiner Ansicht nach nicht sicher sein. Wir wissen, einen wie grossen Einfluss das Wasser auf das Entstehen und Vergehen chemischer Verbindungen hat. Es ist desshalb möglich, dass beim Austrocknen sich die Umkehr eines chemischen Processes vollzieht, der nach dem Wiederbenetzen seinen Gang wieder vorwärts durchmacht.

Bemerken will ich noch, dass ich beim Eidotterextract und auch bei der Einwirkung von kohlensaurem Natron auf ölsäure-

hältiges Öl auch um Luftblasen doppelbrechende Zonen gesehen habe, die sich optisch ebenso verhielten, wie die Hüllen der Kolben, und an denen sogar bisweilen strahlige Structur direct erkennbar war. Diese immer wiederkehrende bestimmte Anordnung muss gewiss unsere Aufmerksamkeit in Anspruch nehmen, aber wir wissen bis jetzt nicht, inwieweit sie von der äusseren Gestalt und inwieweit sie von inneren Eigenschaften der Krystalle abhängt. Hierüber müssten wir zuerst Klarheit haben, ehe wir zu einer weiteren Verwerthung der erwähnten Thatsachen schreiten und sie mit anderen, bereits länger bekannten in Verbindung bringen könnten.

SITZUNGSBERICHTE

DER

KAISERLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

MATHEMATISCH-NATURWISSENSCHAFTLICHE CLASSE.

LXXIX. Band.

DRITTE ABTHEILUNG.

5.

Enthält die Abhandlungen aus dem Gebiete der Physiologie, Anatomie, und theoretischen Medicin.

XI. SITZUNG VOM 8. MAI 1879.

Herr Hofrath Freih. v. Burg übernimmt als Alterspräsident den Vorsitz.

Der Vorsitzende gibt Nachricht von dem am 7. Mai erfolgten Ableben des correspondirenden Mitgliedes dieser Classe, emeritirten Professors der Mathematik an der Wiener Universität Herrn Hofrathes Franz Moth.

Die Anwesenden geben ihr Beileid durch Erheben von den Sitzen kund.

Der Ausschuss des wissenschaftlichen Clubs in Wien dankt für die Betheilung dieser Corporation mit den akademischen Sitzungsberichten und die Directionen des k. k. Staatsgymnasiums in Weidenau (Schlesien) und der Gewerbeschule in Bistritz (Siebenbürgen) danken für die diesen Anstalten bewilligten periodischen Publicationen.

Das w. M. Herr Prof. A. Winckler übersendet drei Exemplare seiner Broschüre, betitelt: „Ältere und neuere Methoden, lineare Differentialgleichungen durch einfache bestimmte Integrale aufzulösen", welche die Zurückweisung der seinerzeit von Herrn Professor S. Spitzer gegen die kaiserliche Akademie der Wissenschaften und den Herrn Einsender gerichteten grundlosen und ungeziemenden Angriffe zum Gegenstand hat.

Das c. M. Herr Prof. Dr. H. Leitgeb in Graz übersendet das vierte Heft der von ihm herausgegebenen: „Untersuchungen über die Lebermoose (Ricciеen)."

Das c. M. Herr Prof. Dr. E. Weyr in Wien übermittelt zehn Separatabdrücke, enthaltend Abhandlungen aus dem Gebiete der Geometrie, von Herrn Prof. Dr. C. Le Paige an der Universität zu Lüttich, welche der Verfasser für die akademische Bibliothek eingesendet hat.

Das w. M. Herr Prof. Winckler übersendet eine Abhandlung des Herrn Prof. Clemens Barchanek an der Oberrealschule in Görz, betitelt: „Beziehungen der Geraden zu Linien zweiter Ordnung, welche durch einen Diameter und eine conjugirte Sehne gegeben sind.“

Herr Prof. G. v. Niessl an der technischen Hochschule in Brünn übersendet eine Abhandlung: „Bahnbestimmung zweier am 12. Jänner 1879 in Böhmen und den angrenzenden Ländern beobachteten Feuerkugeln“.

Der Director der Duxer Kohlenwerke „Fortschritt“, Herr Klönne, übersendet eine Notiz, betreffend die Beobachtungen über die periodischen Schwankungen in dem Ansteigen der Gewässer in dem Fortschrittsschachte mit einer Tabelle und einer graphischen Darstellung der im April l. J. autographisch verzeichneten Wasserhöhen.

Der Secretär legt eine von Herrn S. Kantor in Strassburg eingesendete Abhandlung vor: „Weitere symmetrische Beziehungen am vollständigen Vierecke“ (Fortsetzung).

Ferner legt der Secretär ein Schreiben des Herrn Anton J. Gruss, jubil. Lehrers in Franzensbad, vor, womit derselbe um Wahrung der Priorität seiner Erfindung „über die Anwendung der Vierteltöne in der Musik auf einem doppeltchromatischen Harmonium“ ersucht.

Das w. M. Herr Prof. Eduard Suess legt eine Arbeit des Herrn Dr. Vincenz Hilber aus Graz vor, betitelt: „Neue Conchylien aus den mittelsteierischen Mediterranschichten“, in welcher 46 noch nicht abgebildete Arten beschrieben sind, während 5 schon bekannte, theils wegen unrichtiger Identifizirung, theils wegen ihres für die österreichischen Ablagerungen neuen Auftretens Berücksichtigung fanden.

Herr Prof. Suess überreicht noch eine zweite Abhandlung von demselben Verfasser: „Diluviale Landschnecken aus Griechenland.“

Herr Prof. Sigm. Exner legt eine Untersuchung des Herrn Dr. W. Elleny Briggs (aus Sacramento in Californien) vor, betitelt: „Notiz über die Bedeutung des *Ligamentum iridis pectinatum.*

Herr Dr. H. Weidel überreicht seine im Laboratorium des Herrn Prof. v. Barth ausgeführte Arbeit: „Studien über Verbindungen aus dem animalischen Theer. I. Picolin."

Herr Dr. J. Puluj, Privatdocent und Assistent am physikalischen Cabinete der Wiener Universität, überreicht eine zweite Abhandlung: „Über die innere Reibung in einem Gemische von Kohlensäure und Wasserstoff."

An Druckschriften wurden vorgelegt:

Academie de Médecine: Bulletin. 2e Serie. 43e Année, Tome VIII. Nrs. 15, 16 & 17. Paris, 1879; 8°.

— Royale des Sciences, des Lettres et des Beaux-Arts de Belgique: Bulletin. 48e Année, 2e Série, Tome 47. Nr. 3. Bruxelles, 1879; 8°.

Annuario marittimo per l'anno 1879. XXIX Annata. Trieste, 1879; 8°.

Apotheker-Verein, Allgem. österr.: Zeitschrift (nebst Anzeigen-Blatt). XVII. Jahrg., Nr. 12 & 13. Wien, 1879; 4°.

Astronomische Beobachtungen auf der grossherzogl. Sternwarte zu Mannheim. III. Abtheilung. Mikrometrische Ausmessung von Sternhaufen. Karlsruhe, 1879; 4°. — R. Barry's Fixsternbeobachtungen auf der gr. Sternwarte zu Mannheim, berechnet und herausgegeben von Prof. Dr. W. Valentiner. Mannheim, 1878; 8°.

— Nachrichten. Band 94; 22, 23 u. 24. Nr. 2254—56. Kiel, 1879; 4°.

Comptes rendus des Séances de l'Académie des Sciences. Tome LXXXVIII. Nrs. 14, 15 & 16. Paris, 1879; 4°.

Gesellschaft, astronomische: Vierteljahrsschrift. XIV. Jahrg. 1. Heft. Leipzig, 1879; 8°.

— Deutsche, chemische, zu Berlin: Berichte. XII. Jahrgang, Nr. 6. Berlin, 1879; 8°.

— k. k. geographische, in Wien: Mittheilungen. Band XXII (neuer Folge XII), Nr. 4. Wien, 1879; 4°.

— naturforschende zu Freiburg i. B.: Berichte über die Verhandlungen. Band VII. Heft 3. Freiburg i. B., 1878; 8°.

— zur Beförderung des Ackerbaues, der Natur- und Landeskunde in Brünn: Mittheilungen. 1878. LVIII. Jahrg. Brünn; gr. 4°.

Gewerbe-Verein, n.-ö.: Wochenschrift. XL. Jahrg., Nr. 16, 17 & 18. Wien, 1879; 4°.

Ingenieur- und Architekten-Verein, österr.: Wochenschrift. IV. Jahrgang, Nr. 16, 17 & 18. Wien, 1879; 4°.

Jena, Universität: Akademische Schriften pro 1877/8. 43 Stücke 8° & 4°.

Journal, the American of Science and Arts. Vol. XVII. Nr. 100. April 1879. New-Haven; 8°.

Leitgeb, Hubert. Professor: Untersuchungen über die Lebermoose. 4. Heft: Die Ricciеen. Graz, 1879; 4°.

Le Paige, M. C.: Mémoires sur quelques applications de la Théorie des Formes algébriques à la géométrie. Bruxelles, 1879; 4°. Remarques sur la Théorie des Fractions continues périodiques. Bruxelles, 1877; 8°. — Notes d'Analyse. Bruxelles, 1876; 8°. — Sur quelques points de Géometrie supérieure. Bruxelles, 1877; 8°. — Note sur l'Involution des ordres supérieurs. Bruxelles, 1877; 8°. — Sur quelques propriétés de l'Invariant quadratique simultané de deux formes binaires. Bruxelles, 1877; 8°. — Note sur l'Extension des Théories de l'Involution et de l'Homographie. Bruxelles, 1877; 8°. Sur les Points multiples des Involutions supérieures. Bruxelles, 1878; 8°. — Sur certains Convariants d'un systême cubo-biquadratique. Bruxelles, 1878; 8°. — Note sur les nombres de Bernoulli. 1875; 4°.

Louvain, Université catholique: Annuaire. 1878. Louvain; 12°. — Akademische Gelegenheitsschriften pro 1877/78; 8°. — Revue catholique: Nouvelle série. Tome XIX. 1re—6me livraisons. Tome XX. 1re—6me livraisons. Louvain, 1878; 8°.

Mittheilungen aus J. Perthes' geographischer Anstalt, von Dr. A. Petermann, XXV. Band, 1879 IV. Gotha; 4°.

Musée royal d'histoire naturelle de Belgique. Tome II. Faune du Calcaire carbonifère de la Belgique. 1re Partie avec un Atlas. Bruxelles, 1878; fol.

Muséum d'histoire naturelle: Nouvelles Archives, 2e Série, Tome I. 1e & 2e fascicules. Paris, 1878; fol.

Nature. Vol. XIX. Nrs. 194—196. London, 1879; 4°.

„Revue politique et littéraire“ et „Revue scientifique de la France et de l'Étranger“. VIIIe Année, 2e Série, Nrs. 42, 43 & 44. Paris, 1879; 4°.

Société botanique de France: Bulletin. Tome XXV. 1878. Revue bibliographique E. Paris, 1879; 8°.

— entomologique de Belgique: Compte rendu, Série 2, Nrs. 60—62. Bruxelles, 1879; 8°.

— Mathématique de France: Bulletin. Tome VII, Nr. 3. Paris, 1879; 8°.

Society, the Astronomical: Monthly notices. Vol. XXXIX. Nr. 5. March 1879. London; 8°.

— the Royal microscopical: Journal. Vol. II. Nr. 2. April 1879. London; 8°.

Verein, naturwissenschaftlicher zu Bremen: Abhandlungen. VI. Band, 3. Heft. Bremen, 1879; 8°.

— naturforschender in Brünn: Verhandlungen. XVI. Band, 1877. Brünn, 1878; 8°.

Wiener Medizin. Wochenschrift. XXIX. Jahrgang, Nr. 16—18. Wien, 1879; 4°.

Winckler, Anton Professor: Ältere und neuere Methoden, lineare Differentialgleichungen durch einfache bestimmte Integrale aufzulösen. Wien, 1879; 8°.

Notiz über die Bedeutung des Ligamentum Iridis pectinatum.

Von Dr. **William Ellery Briggs** aus Sacramento in Kalifornien.

(Mit 1 Tafel.)

Im Folgenden theile ich eine Beobachtung mit, die gelegentlich der mikroskopischen Untersuchung eines Kaninchenauges, mit der ich mich unter der Leitung von Professor Sigmund Exner beschäftigte, gemacht wurde, und die mir dieser zu publiciren rieth.

Wenn es sich auch nur um eine verhältnissmässig unbedeutende anatomische Thatsache handelt, so mag sie doch gerade jetzt, da von verschiedener Seite und nicht mit gleichen Resultaten über die Übergangsstelle der Regenbogenhaut in die Hornhaut und die *Membrana Descemetii* gearbeitet wurde, nicht verschwiegen bleiben.

Bis vor Kurzem wurde ziemlich allgemein gelehrt, die *Membrana Descemetii* endige mit einem scharfen Rande, welcher mehr oder weniger tief in den Winkel, den die hintere Fläche der Cornea mit der vorderen der Iris bildet, eindringt. Diese Lehre beruhte auf dem mikroskopischen Bilde, welches meridional durch den Bulbus gelegte Schnitte darbieten. An diesen gelingt es in der That leicht, jenen scharfen Rand zur Anschauung zu bringen.

Ich verweise in dieser Beziehung auf die Lehren Brückes'[1], die Abbildungen Rollett's[2], Henle's[3] und vieler Anderer.

In neuerer Zeit ist nun Schwalbe[4], mit ihm Waldeyer[5] und

---

[1] Vorlesungen über Physiologie, 2. Aufl., Bd. II, pag. 118.

[2] Stricker's Handbuch der Lehre von den Geweben, pag. 1140.

[3] Handbuch der Anatom., 1866, Bd. II, pag. 608.

[4] Arch. f. mikroskop. Anatomie. Bd. VI, pag. 272.

[5] Gräfe und Sämisch, Handb. d. Augenheilkunde, Bd. I, Abth. I pag. 225.

in gewissem Sinne auch Leuckart[1] von dieser Anschauung abgewichen.

Diese lassen die *Membrana Descemetii* sich an ihrer Peripherie in jenes Balkenwerk auflösen, das schon lange als *Ligamentum Iridis pectinatum* bekannt, aber erst in neuerer Zeit genauer studirt worden ist[2].

Ohne mich hier auf eine nähere Auseinandersetzung über das *Ligamentum pectinatum* und das Balkenwerk des sogenannten Fontana'schen Raumes einlassen zu können, hebe ich nur hervor, dass bei gewissen Thieren (Rind, Schaf, Kaninchen, Meerschweinchen) die innersten (d. i. die der Augenaxe zunächst liegenden) Balken (Fig. 1, *a'*, *a*) eine ziemlich regelmässige Gestalt haben und sich durch ihre sehr bedeutende Grösse, von den anderen mehr nach aussen gelegenen Balken *(b)* unterscheiden. Erstere treten vom Ciliarrand der Iris direct zur Hornhaut, bezüglich zur *Membrana Descemetii* und bilden mehr oder weniger regelmässige Kegel, deren Basis der Iris aufsitzt und die im grössten Theile ihres Inneren noch deutlich die Structur der Iris zeigen.

Die Verbindung der Spitzen dieser Kegel nun ist es, von der ich Einiges zu sagen habe.

Rollet und Iwanoff[3] beschreiben sehr genau das Verhalten des *Ligamentum pectinatum* bei den oben genannten Thieren und führen an, dass jene grossen kegelförmigen Balken, Irisfortsätze genannt, sich „an den Rand der Descemet'schen Membran" anheften. Anders Schwalbe. Dieser sieht einen continuirlichen Zusammenhang zwischen den Spitzen der Irisfortsätze und der Descemet'schen Membran, so dass er jeden Irisfortsatz als einen von jenen Balken auffasst, in welche sich die Descemet'sche Haut auflöst. Das spitze Ende desselben nimmt nach Schwalbe allmälig den histologischen Charakter der Grenzmembran an: „zugleich mit den Pigmentzellen verliert sich auch die fibrilläre Structur der Fortsätze mehr und mehr; sie erscheinen bald nahe-

---

[1] Gräfe und Sämisch, Handb. d. Augenheilkunde, Bd. I, Abth. II, pag. 229.

[2] Insbesondere durch Iwanoff und Rollet. Arch. f. Ophthalmol. Bd. VI, Abth. I, pag. 17.

[3] l. c. pag. 31.

zu homogen und verrathen nur noch durch eine sehr feine Längsstreifung ihre Entstehung aus dem fibrillären Gewebe der conischen Basis. Gegen Reagentien zeigen sie sich nun bedeutend resistenter; auch zeichnen sie sich durch ein stärkeres Lichtbrechungsvermögen vor dem gewöhnlichen fibrillären Bindegewebe aus."[1])

Würde sich hier die etwas auffallende Vorstellung nicht bestätigen, der zufolge die glashelle „Substanz der Descemet'schen Haut continuirlich in die Substanz der Irisfortsätze übergeht"[2], also in ein exquisites Fasergewebe, so würde dadurch auch die anderweitige Auffaserung der Grenzmembran zu den Balken des Fontana'schen Raumes zweifelhaft werden und man würde geneigt sein, zu der älteren Vorstellung zurückzukehren, nach welcher die Descemet'sche Haut nicht in continuirlichem Zusammenhange mit jenen Fasern steht.

Die obengenannte Vorstellungsweise bestätigt sich nun in der That nicht, wenigstens nicht für das Kaninchen.

Fig. 1 zeigt einen nicht ganz meridional gelegten Schnitt durch den Fontana'schen Raum eines in Alkohol gehärteten Kaninchenauges. *a' a* sind die Irisfortsätze, bei *b* ist das feinere Balkenwerk des Fontana'schen Raumes, *c Membrana Descemetii*, *d Substantia propria* der Cornea, *e* Iriswurzel, *g* theilweise abgehobenes Epithel der Descemet'schen Haut.

An dem einen der Irisfortsätze ist deutlich zu sehen, dass seine Spitze nicht in die glashelle Membran übergeht, dass sie vielmehr dieselbe durchbohrt und sich in der *Substantia propria* der Hornhaut verliert. Die verbreiterten Enden der Irisfortsätze werden dadurch vorgetäuscht, dass die Substanz der Descemet'schen Haut dem durchdringenden Faserbündel mit einer kegelförmigen Erhebung gleichsam entgegenkommt und es umkleidet, welche Umkleidung mehr oder weniger weit nach der Basis des Irisfortsatzes reichen kann. Fig. 2 zeigt die Einpflanzung desselben Fortsatzes bei stärkerer Vergrösserung.

Es muss hervorgehoben werden, dass die Trennung der glasigen Substanz der Descemet'schen Haut von der faserigen des

---

[1] l. c. pag. 275.

[2] l. c. pag. 280.

Irisfortsatzes und der Cornea so scharf und deutlich ausgesprochen ist, dass hier von einer Täuschung nicht die Rede sein kann.

Dieses Durchtreten der Fasermasse des Irisfortsatzes durch die glasige Membran kann man an vielen der grösseren Irisfortsätze des Kaninchenauges, die in günstiger Richtung geschnitten sind, mit Leichtigkeit sehen und Herr Dr. Königstein autorisirt mich, mitzutheilen, dass er inzwischen am Rinderauge dasselbe Verhalten angetroffen hat.

Ich fand in der Literatur nur eine Angabe, welche darauf hinweist, dass das beschriebene Vorkommen wenigstens andeutungsweise schon vor mir gesehen wurde, es ist das die folgende Stelle aus Leuckart's Organologie des Auges[1], die mit dem hier Mitgetheilten theils im Widerspruche steht, theils übereinstimmt: „Man sieht letztere (die *Membrana Descemetii*) wenngleich verdünnt nach hinten über die Iriszähne hinaus sich fortsetzen und mit der glashellen Substanz der Balken, ebenso wie mit den vorderen Zähnen in directem Zusammenhange. Selbst der in der Achse der letzteren hinziehende Fasserstrang, dessen dünne Fibrillen bis in die Bindesubstanz der Cornea hinein sich verfolgen lassen, wird in schwächerer Entwicklung hier und da noch in den Balken aufgefunden. Die Aussenfläche ist von dunklen Pigmentzellen übersponnen, durch deren Lückenräume die Glassubstanz des Balkengewebes hindurchzieht."

Um Missverständnisse zu vermeiden, sei hier ausdrücklich erwähnt, dass ich nicht behaupte, die *Membrana Descemetii* endige mit einem kreisrunden Rande; sie mag vielmehr einen mehr oder weniger gezähnten und in Trabekel auslaufenden Rand haben. Meine Beobachtung weist vielmehr nur darauf hin, dass diese Zähne und Trabekel immer noch etwas wesentlich anderes sind, als fibrilläres Gewebe, wie solches die Irissubstanz bildet und dass sie nicht continuirlich, d. i. mit allmäliger Umwandlung des histologischen Charakters in dieses übergehen.

---

[1] Gräfe und Sämisch, Handb. d Ophthalmologie, Bd. I, Abth. II, pag. 231.

Erklärung der Abbildungen.

Fig. 1. Theil eines Schnittes durch den Bulbus eines erwachsenen Kaninchens. Das Auge war in Alkohol gehärtet.

a', a Irisfortsätze stark pigmentirt.

b Lücken zwischen den Balken des Fontana'schen Baumes.

c Descemet'sche Haut.

d Substantia propria corneae.

e Hinterer Antheil des Ciliarrandes der Iris.

g, g Epithel der Descemet'schen Haut, an einer Stelle abgehoben (gezeichnet bei Hartnack, Object IV, Ocul. 3).

Fig. 2. Die Einpflanzungsstelle eines Irisfortsatzes der Fig. 1 vergrössert dargestellt. Die Erklärung erhellt aus Fig. 1 (gezeichnet bei Hartnack, Immers. X, Ocul. 3).

Fig. 1.

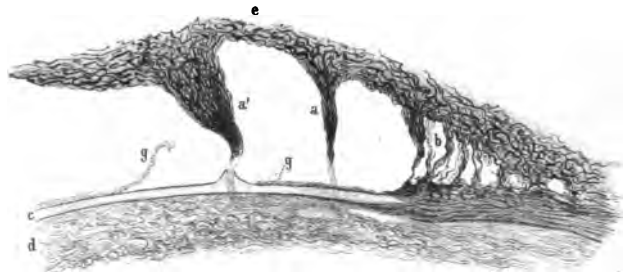


Fig. 2.

Exner del. Schima lith. Druck v. J. Wagner in Wien

Sitzungsb. d. k. Akad. d. W. math. naturw. Cl. LXXIX. Bd. III. Abth. 1879

Beiträge zur allgemeinen Nerven- und Muskelphysiologie.

(Aus dem physiologischen Institute zu Prag.)

Dritte Mittheilung.

Über die polaren Wirkungen des elektrischen Stromes im entnervten Muskel.

Von Dr. **Wilhelm Biedermann,**
zweiten Assistenten am physiologischen Institute der Universität zu Prag.

(Mit 2 Tafeln und 7 Holzschnitten.)

(Vorgelegt in der Sitzung am 3. April 1879 von dem w. M. Prof. E. Hering.)

Da die Frage, ob der elektrische Strom den Muskel in jedem Punkte der intrapolaren Strecke erregt oder ob die Erregung direct nur an dem einen oder andern Pole ausgelöst wird und von hier aus indirect durch Leitung von Querschnitt zu Querschnitt sich fortpflanzt, noch immer nicht entschieden ist, obschon seit den grundlegenden Arbeiten v. Bezold's besonders von Engelmann einige treffliche Beiträge zur Lösung derselben geliefert wurden, so habe ich mich auf Anregung von Prof. Hering seit längerer Zeit mit diesem Gegenstande beschäftigt und theile im Folgenden die Ergebnisse meiner Untersuchungen mit.

A.

Untersuchungsmethode.

Es war vor Allem wünschenswerth, an Stelle der bei fast allen bisherigen Reizversuchen an Muskeln benützten Metallelektroden, unpolarisirbare Elektroden zu setzen. Dies wurde eine unerlässliche Bedingung bei dem Studium der Öffnungserregung, wo es auf länger dauernde Durchströmungen bei möglichst unveränderter Stromintensität ankam. Bezold hatte bereits

diesen Mangel erkannt; es war ihm aber nicht gelungen, eine passende und zweckentsprechende Vorrichtung zu finden. Ich bediente mich bei allen im Folgenden zu beschreibenden Versuchen eines nach Angabe von Prof. Hering construirten „Doppelmyographs" mit unpolarisirbaren beweglichen Elektroden, bezüglich dessen Einrichtung ich auf die von ihm gegebene Beschreibung verweise. [1]

Zu den Versuchen wurde fast ausschliesslich der *Musculus sartorius* curarisirter Frösche verwendet, der wegen seiner Regelmässigkeit und wegen des nahezu parallelen Verlaufes seiner einzelnen Fasern auch von früheren Experimentatoren mit Vorliebe gewählt wurde. Es bietet der genannte Muskel noch ausserdem den grossen Vortheil, dass man ihn an beiden Enden mit Knochen in natürlicher Verbindung lassen und auf diese Weise am sichersten vermeiden kann, die contractile Substanz irgendwie zu verletzen, wie dies bei den Versuchen Bezold's nothwendig immer der Fall war. Es ist aber, wie ich in einer nächsten Mittheilung ausführlich zeigen werde, gerade die möglichste Vermeidung jeder, auch der geringsten Verletzung des Muskels die allerwichtigste Vorbedingung für das Gelingen der im Folgenden zu beschreibenden Versuche. Die grösste Sorgfalt und peinliche Genauigkeit bei der Präparation ist daher nicht genug zu empfehlen. Insbesondere gilt dies aber von dem oberen Sartoriusende, wenn es mit dem Beckenknochen in Verbindung bleiben soll; es muss dann die Symphyse in der Mittellinie durchschnitten, das Femur exarticulirt und die gesammte Muskulatur des Oberschenkels abgelöst werden; da geschieht es nun ausserordentlich leicht, besonders bei nicht genügender Übung, dass der Muskel oben gequetscht oder gar angeschnitten wird, wodurch das Präparat zu dem beabsichtigten Versuche gänzlich unbrauchbar wird. Um möglichst erregbare Muskelpräparate zu erhalten, ist es zu empfehlen, die Frösche im Winter vor dem Experiment nicht allzulange im warmen Zimmer aufzubewahren. Ich habe es auch zweckmässig gefunden, die Versuche selbst in einem nur mässig erwärmten Raume (13—15° C.) anzustellen. Bei hoher

[1] Hering, Über die Methoden zur Untersuchung der polaren Wirkungen des elektrischen Stromes auf den quergestreiften Muskel. (Diese Berichte Bd. LXXIX. 1879.)

Sommertemperatur ist es daher nothwendig, die Frösche vorher längere Zeit (über Nacht) in einem mit Eis gekühlten Gefässe zu halten, da sonst die an sich durch die Wärme gesteigerte Erregbarkeit der Muskeln allzurasch erlischt. Um die Curarevergiftung möglichst vollständig zu machen, habe ich den Thieren immer wenigstens drei Stunden vor dem Versuche eine starke Dosis des Giftes unter die Rückenhaut gespritzt.

Wenn man eine grosse Anzahl Frösche untersucht hat, so fällt auf, dass die Muskeln nicht bei allen das gleiche Aussehen zeigen: während sie normaler Weise röthlich gefärbt und durchscheinend sind, gibt es Frösche, deren gesammte Muskulatur ein eigenthümlich weisslich getrübtes Aussehen besitzt; dabei findet man fast stets die Erregbarkeit bedeutend gesunken. Wann und unter welchen Umständen diese pathologische Veränderung der Muskelsubstanz platzgreift, vermag ich nicht näher anzugeben, will jedoch bemerken, dass ich sie besonders häufig bei grossen alten Fröschen, zumal im Sommer gefunden habe. Es sind solche Muskeln zu allen Reizversuchen, insbesondere aber zu zeitmessenden Versuchen durchaus ungeeignet.

Ehe ich zur Beantwortung der Frage nach dem Orte der Reizung in dem von einem elektrischen Strome durchflossenen Muskel schreite, soll noch die Art der Gestaltveränderung des erregten Muskels, besonders mit Rücksicht auf die durch den Strom bewirkte dauernde Erregung, mittels der graphischen Methode untersucht werden.

B.

Der in den „Doppelmyograph“ eingespannte curarisirte *Sartorius* wurde seiner ganzen Länge nach durchströmt und dessen Zuckungen auf dem mit mässiger Geschwindigkeit rotirenden Cylinder eines Kymographions verzeichnet. Um dem durch die Krümmung der Cylinderfläche bedingten Übelstande, dass bei starker Verkürzung des Muskels der Curvengipfel von dem Schreibstift nicht mehr ausgezeichnet wurde, zu vermeiden, war später eine ebene Schreibfläche dadurch hergestellt worden, dass das Papier über zwei in einer Verticalebene gelegene kleine Walzen lief. Die Umdrehungsgeschwindigkeit konnte an dem von mir benützten Intrumente beliebig variirt werden.

Wenn man von dem später ausführlich zu besprechenden Einflusse der Stromesrichtung absieht, so sind es hauptsächlich zwei Momente, welche die Art der Gestaltveränderung des ganz durchströmten *Sartorius* bedingen, und zwar: 1. der Grad der Erregbarkeit des Präparates, und 2. die Stärke und Dauer des erregenden Stromes. Wird die eine der beiden Elektroden dauernd fixirt, während die andere, frei beweglich mittels des Schreibstiftes die Zuckungen des Muskels auf das berusste Papier des Kymographions überträgt, so findet man, dass, möglichst günstige Erregbarkeitsverhältnisse des Muskels vorausgesetzt, die Schliessung eines schwachen Stromes immer nur eine einfache, rasch ablaufende Zuckung auslöst, deren Höhe anfangs gering, bei weiterer Verstärkung der Stromesintensität sehr rasch ihren maximalen Werth erreicht. Noch stärkere Ströme bedingen zwar keine weitere Zunahme der Höhe der Schliessungszuckungen, wohl aber andere Veränderungen in der Form der Zuckungscurve, welche der Ausdruck der während der ganzen Dauer der Durchströmung continuirlich stattfindenden Erregung des Muskels sind. Wiederholt man in kurzen Zwischenräumen die Schliessungen bei unveränderter Stromesrichtung, so nimmt die Wirkung allmälig, und zwar um so rascher ab, je schwächer der angewendete Strom ist; jede neue Zuckung ist merklich niedriger als die vorhergehende und wenn man den Versuch eine hinreichend lange Zeit hindurch fortsetzt, so tritt endlich bei Schliessung des gleichgerichteten Stromes keinerlei Formveränderung des Muskels ein, er ist für die betreffende Stromesrichtung „ermüdet“; es tritt dies um so früher ein, je schwächer der zur Reizung benützte Strom ist. Wendet man jetzt den Strom, so erhält man wieder maximale Schliessungszuckungen.

Wundt hat zuerst beobachtet, dass der Muskel nach Ablauf der Schliessungszuckung nicht sofort seine natürliche Länge wieder erreicht, sondern dass ein grösserer oder geringerer Grad von Verkürzung zurückbleibt; nur ganz allmälig erfolgt während der Durchströmung die Wiederverlängerung des Muskels; rasch und plötzlich geschieht dies jedoch im Momente der Öffnung, falls nicht diese letztere den Muskel erregt und eine abermalige stärkere Contraction bewirkt (Öffnungszuckung). Die Grösse der „Schliessungsdauercontraction“ wächst bis zu einer

gewissen Grenze mit der Stärke des reizenden Stromes; sie ist, wie bereits erwähnt wurde, bei den schwächsten Strömen unmerklich, und dies ist in der Regel auch dann noch der Fall, wenn deren Intensität schon hinreicht, maximale Schliessungszuckungen auszulösen.

Wird ein Muskel durch wiederholte Schliessungen bei unveränderter Stromesrichtung ermüdet, so sieht man, dass, während die Anfangszuckung sehr rasch an Grösse abnimmt und alsbald ganz ausbleibt, die Dauercontraction nur äusserst langsam bei fortschreitender Ermüdung des Muskels an Grösse abnimmt; die Anfangszuckung ist längst verschwunden, wenn noch immer jede neue Schliessung den Muskel zu dauernder Verkürzung in fast gleichem Grade anregt, wie zu Anfang des Versuches; schliesslich bleibt jedoch auch diese Stromeswirkung aus.

Der Erfolg bei der Öffnung des Stromes gestaltet sich verschieden, je nach der Intensität und Dauer der Durchströmung; ist die erstere gering und die Schliessungsdauer kurz, so erfolgt niemals eine Öffnungserregung. Ströme, deren Schliessung der Curaremuskel mit maximalen Zuckungen und starker Dauercontraction beantwortet, bewirken bei der Öffnung noch keine Spur von Erregung, im günstigsten Falle tritt nach langer Schliessungsdauer eine schwache Öffnungszuckung auf. Obschon nun andererseits starke Ströme schon nach sehr kurz dauernder Schliessung deutliche Öffnungserregung bewirken, ist es dennoch keineswegs die Stromesintensität, welche in erster Reihe den Erfolg des Öffnungsreizes beeinflusst, sondern wesentlich die Dauer der Durchströmung.

Dieselben Veränderungen, welche an der Curve der Schliessungszuckung bei wachsender Stromesintensität zu beobachten sind, treten auch an der Curve der Öffnungszuckung hervor, wenn die Dauer der vorhergehenden Durchströmung gesteigert wird.

Die einfachste Art der Formänderung, mit welcher ein Muskel den Öffnungsreiz beantwortet, ist die Öffnungszuckung. Die Verkürzung erfolgt rasch im Augenblicke der Öffnung und ebenso schnell erreicht der Muskel wieder seine ihm in der Ruhelage zukommende Länge. Der ganze Charakter der Zuckungscurve entspricht dann am meisten der Art der Verkürzung bei

Reizung mit einem Inductionsschlage; hier wie dort beginnt die Wiederverlängerung des Muskels unmittelbar nachdem die Verkürzung den höchsten Grad erreicht hat; der Gipfel der Zuckungscurve ist in Folge dessen sehr spitz, zum Unterschiede von der Curve der einfachen Schliessungszuckung, deren Gipfel in der Regel mehr abgerundet erscheint; auch erfolgt bei der Schliessungszuckung die Wiederverlängerung des Muskels langsamer und der absteigende Schenkel fällt nicht so steil zur Abscisse ab. In dieser einfachen Weise verläuft die Öffnungszuckung aber nur dann, wenn der Muskel sehr erregbar, der Strom nicht zu stark ist und die Dauer der Durchströmung so lange ausgedehnt wird, dass bei einer neuen Schliessung weder Zuckung noch auch Dauercontraction erfolgt. Starke Ströme geben schon nach kürzerer Schliessungsdauer und bevor noch die *S*-Dauercontraction sich abgeglichen hat, Öffnungszuckung; diese erscheint dann der Dauercontraction aufgesetzt.

Lässt man einen starken Strom solange geschlossen, bis jede Spur der Dauerverkürzung verschwunden ist, so erreicht der Muskel nach Ablauf der Öffnungszuckung nicht sofort seine natürliche Länge, sondern er bleibt dauernd verkürzt (Öffnungsdauercontraction); die Schliessung des gleichgerichteten Stromes bewirkt in diesem Falle Verlängerung des Muskels. Wird der letztere bei diesen Versuchen gehörig vor Vertrocknung geschützt und ist die Temperatur des Arbeitszimmers nicht zu hoch, so kann man die Durchströmung stundenlang fortsetzen und sich dann überzeugen, dass nicht nur die Höhe der Öffnungszuckung, sondern auch die Grösse der Öffnungsdauercontraction bis zu einer gewissen Grenze mit der Dauer der vorhergehenden Durchströmung wächst. Ist die Erregbarkeit des Muskels gesunken, so kann es geschehen, dass die Öffnungszuckung gar nicht zum Vorschein kommt, sondern nur die *Ö*-Dauercontraction; der Muskel verkürzt sich dann bei der Öffnung, bleibt, während der Strom unterbrochen ist, verkürzt und verlängert sich rasch bei Schliessung des gleichgerichteten Stromes.

Man sieht, dass wir ebensowohl bei der Öffnungserregung, wie bei der Schliessungserregung des Muskels drei Hauptformen der Verkürzung unterscheiden können: 1. Die einfache Zuckung, 2. Zuckung mit sich unmittelbar

anschliessender dauernder Verkürzung, und endlich 3. Dauercontraction ohne vorhergehende Zuckung.

Von diesen entspricht 1. dem schwächsten Grade der Erregung; 3. ist eine Ermüdungserscheinung.

Wundt hat bei seinen Versuchen über die Öffnungserregung des Muskels [1] nach länger dauernder Durchströmung offenbar nur die dritte Form beobachtet; er sagt nämlich (l. c. p. 142): „Lässt man die Kette noch längere Zeit geschlossen, so erfolgt nun bei der Öffnung derselben eine Verkürzung, diese geschieht viel langsamer als die Verkürzung bei einer Zuckung, sie bleibt einige Zeit auf ihrem Höhepunkte und erst allmälig tritt wieder eine geringe Verlängerung ein."

Ich muss dem gegenüber behaupten, dass auch nach stundenlanger Durchströmung, wenn nur für möglichste Erhaltung der Erregbarkeit gesorgt ist, eine ausgesprochene Zuckung bei der Öffnung des Stromes erfolgt.

Es stellt sich somit heraus, dass sowohl der Schliessungsreiz, als auch der Öffnungsreiz unter günstigen Umständen eine dauernde Erregung des Muskels herbeizuführen vermag, deren Grösse im ersten Falle hauptsächlich von der Stromintensität, im anderen Falle auch von der Dauer der Durchströmung abhängig erscheint.

Es wurde von Engelmann als Beweis für den Satz, dass die Schliessungserregung nur an der Austrittsstelle des Stromes aus der Muskelsubstanz ausgelöst wird, die Thatsache angeführt, dass die Dauercontraction während der Durchströmung auf die genannte Stelle des Muskels beschränkt bleibt.

Engelmann klemmte den *Sartorius* in der Mitte und verlegte die Elektroden an die beiden Enden des Muskels; der unterhalb der Klemme befindliche Abschnitt zeichnete mittels eines Schreibhebels auf den Cylinder eines Myographions; es zeigte sich, dass zwar die Anfangszuckung beide Muskelhälften gleichmässig betrifft, dass jedoch die dauernde Verkürzung aus-

[1] Wundt, Muskelbewegung, p. 143.

schliesslich an der der Kathode entsprechenden Hälfte hervortritt. Engelmann konnte endlich auch durch directe Beobachtung des durchströmten Muskels die aus den graphischen Versuchen gezogenen Schlüsse bestätigen, indem er das obere Ende eines frei aufgehängten *Sartorius* mit dem einen Pole einer Kette in Verbindung brachte, während der andere Poldraht in der Nähe des Aufhängepunktes durch den Muskel gestochen wurde; solange der Strom geschlossen blieb, zeigte sich in der Gegend der Kathode eine Anschwellung, welche bei der Öffnung verschwand.

Bei Wiederholung der Versuche von Engelmann kam es mir besonders darauf an, den Einfluss starker Ströme auf die Ausbreitung der Schliessungsdauercontraction sowie das Verhalten der Öffnungsdauercontraction näher zu untersuchen. Die Versuchsanordnung war genau dieselbe wie bei der Untersuchung der Gestaltveränderungen des frei zuckenden Muskels, nur waren jetzt beide Elektroden beweglich gemacht und mit je einer Hälfte des in der Mitte durch Kochsalzthon fixirten Muskels in Verbindung gesetzt.

I.

Der erste Erfolg eines schwachen, eben wirksamen Schliessungsreizes ist eine kleine, meist etwas gedehnte und auf die Kathodenhälfte des Muskels beschränkt bleibende Zuckung.

Erst bei einer gewissen, nach dem jeweiligen Erregbarkeitszustande des Präparates wechselnden Stromintensität pflanzt sich die Zuckung durch die fixirte Stelle hindurch auf die Anodenhälfte fort. Die Zuckungshöhe ist jedoch hier anfangs immer kleiner als auf der Kathodenseite. Dieser Grössenunterschied, der bei Anwendung der schwächsten Ströme sehr deutlich ausgesprochen ist, erhält sich zuweilen ziemlich lange, verschwindet aber in der Regel, wenn anders die Erregbarkeit und damit das Leitungsvermögen des Muskels nicht gelitten haben, bei einer noch immer als sehr gering zu bezeichnenden Stromintensität, um völliger Gleichheit der Zuckungen beider Muskelhälften Platz zu machen.

Da die mechanischen Bedingungen der Verkürzung der einen Hälfte unter Umständen ungünstiger sein können als die der andern, so habe ich nicht unterlassen, dieses Verhältniss

besonders zu berücksichtigen, obschon die Unabhängigkeit des Grössenverhältnisses der beiden Zuckungen von der Richtung des Stromes bereits genügt hätte, den genannten Einwand zu beseitigen. Da die Kraft eines Muskels lediglich von der Grösse seines Querschnittes abhängt, so könnte man geneigt sein, diesem Umstande für das erwähnte Verhalten des *Sartorius* eine Bedeutung zuzuschreiben. Es kann aber dadurch, dass man die Klemme von der Mitte des Muskels weg nach dem Beckenende hinrückt, die durch den grösseren Querschnitt des letzteren verursachte Begünstigung bei aufsteigender Stromesrichtung durch Verkürzung des zuckenden Stückes compensirt werden, ohne das Versuchsergebniss wesentlich zu beeinflussen.

Das Verhalten des Muskels gegen die schwächsten, eben wirksamen Schliessungsreize ist demnach geeignet, die Richtigkeit der Ansicht Bezold's, dass die Austrittsstelle des Stromes aus der Muskelsubstanz derjenige Ort ist, wo primär der Erregungsvorgang entsteht, zu bestätigen; es geht aber auch aus denselben Versuchen hervor, dass es von der Stärke der Erregung an der genannten Stelle abhängt, ob und wie weit sich der Erregungsvorgang durch Leitung von hier aus fortzupflanzen vermag.

Ich werde weiter unten bei Darlegung der zeitmessenden Versuche den stricten Beweis für den Satz liefern, dass bei der Schliessung, respective Öffnung eines Stromes nicht die ganze intrapolare Muskelstrecke gleichzeitig in den Zustand der Erregung geräth, sondern dass im ersteren Falle die Kathode (wobei ich unter „Kathode" ein- für allemal die Austrittsstelle, unter „Anode" die Eintrittsstelle des Stromes aus, beziehungsweise in unversehrte Muskelsubstanz verstanden wissen will), im anderen Falle die Anode der Ausgangspunkt einer Contractionswelle wird.

Aus den oben erwähnten Versuchen geht nun unzweifelhaft hervor, dass die Erregungs- oder Contractionswelle auf ihrem Wege durch die intrapolare Strecke erlöschen kann, wenn der auslösende Reiz sehr schwach ist, und dass sie sich auch bei etwas stärkeren Reizen in abnehmendem Grade auf die Anoden- (bei Öffnungserregung dagegen Kathoden-) Hälfte fortpflanzt.

Von Bezold hat aus theoretischen Betrachtungen die Wirkung der schwächsten Schliessungsreize auf den Muskel so abgeleitet, wie ich es durch den Versuch bestätigt fand.

II.

Während die Schliessungsdauercontraction bis zu einem gewissen Grade der Stromstärke immer nur auf die der Kathode entsprechende Muskelhälfte beschränkt bleibt, verbreitet sie sich schliesslich auch über die fixirte Stelle hinüber auf die Anodenhälfte des Muskels.

Seit Engelmann durch die oben erwähnten Versuche gezeigt hat, dass die während der Durchströmung andauernde Verkürzung des Muskels auf die nächste Umgebung der Kathode beschränkt ist, wurde diese Erscheinung einer genaueren Untersuchung nicht wieder unterzogen, obschon dieselbe offenbar für die Auffassung des durch den elektrischen Strom erzeugten Erregungsprocesses von grosser Bedeutung ist.

Ich will mich im Folgenden zunächst darauf beschränken, die Erscheinungsweise der Schliessungs- und Öffnungsdauercontraction, wie sie unter verschiedenen Bedingungen zur Beobachtung kommt, zu schildern; die Frage, ob dieselbe wie die Schliessungs- und Öffnungszuckung im einem Falle von der Kathode, im anderen von der Anode ausgeht, sowie die Erörterung der Umstände, welche es verhindern, dass die ganze intrapolare Strecke während der Durchströmung (respective nach der Öffnung des Stromes) dauernd verkürzt bleibt, soll den Gegenstand der nächsten Mittheilung bilden.

Über die Grösse und Ausbreitung der Dauercontraction erhält man dadurch den genausten Aufschluss, dass man den durchströmten Muskel in zwei Abschnitte zerlegt, deren Gestaltveränderungen unabhängig voneinander verzeichnet werden können. Da ich in der Lage war, unpolarisirbare Elektroden benützen zu können, so konnte ich die Durchströmung des Muskels beliebig lange fortsetzen, ohne befürchten zu müssen, dass während des Versuches die Intensität des Stromes in merklich störendem Grade abnimmt, was insbesondere das Studium

der Öffnungsdauercontraction sehr wesentlich erleichterte. Man überzeugt sich zunächst, dass je nach der Richtung des den Muskel durchfliessenden Stromes abwechselnd bald die eine und bald die andere Hälfte in den Zustand dauernder Verkürzung geräth, und dass bei Verstärkung des Stromes die Dauercontraction lediglich dadurch an Mächtigkeit gewinnt, dass von der Kathode aus gerechnet, eine immer grössere Zahl von Muskelquerschnitten in Contraction geräth, bis endlich bei einer gewissen, je nach der Erregbarkeit des Präparates wechselnden Stromstärke, auch jenseits der Klemme an der Anodenhälfte des Muskels eine deutliche, wenn auch anfangs viel weniger ausgeprägte, dauernde Verkürzung nach Ablauf der Schliessungszuckung hervortritt (Taf. I, Curve 2). Dieselbe nimmt an Grösse zu bei weiterer Steigerung der Stromintensität und kann in günstigen Fällen zu beiden Seiten der Klemme gleich gross werden; es gilt dies aber auch dann nur für die ersten, der Schliessungszuckung unmittelbar folgenden Zeitmomente; dann erfolgt in den meisten Fällen rasche Verlängerung der Anodenhälfte, so dass der derselben entsprechende Schreibstift bereits wieder zur Abscisse zurückgekehrt sein kann, wenn die Kathodenhälfte noch lange in starker Dauercontraction verharrt.

Es geht aus diesem Verhalten hervor, dass die Dauercontraction zunimmt in der Richtung von der Kathode zur Anode, indem mit wachsender Stromstärke successive immer neue Querschnitte in die Contraction mit einbezogen werden; diese ist am stärksten in den der Austrittsstelle des Stromes zunächst gelegenen Muskelpartien und nimmt continuirlich nach der Anode hin ab; dem entsprechend erlischt die dauernde Erregung auch zuerst in den Querschnitten des Muskels, welche am weitesten von der Kathode entfernt sind, und erhält sich am längsten in der unmittelbaren Nachbarschaft dieser letzteren.

Es ist leicht, sich auch durch die directe Beobachtung des Muskels von der Richtigkeit des Gesagten zu überzeugen; man sieht bei der Schliessung schwacher Ströme unmittelbar an der Austrittsstelle, ganz wie es Engelmann beschrieben hat, eine kleine Anschwellung entstehen, welche bei der Öffnung des Stromes sofort verschwindet. Bei Anwendung stärkerer Ströme bemerkt man, dass dieser „Kathodenwulst" zwar grösser wird,

sich aber keineswegs scharf von der übrigen in Ruhe befindlichen Muskelsubstanz abgrenzt, sondern dass er ganz allmälig in dieselbe übergeht. Es macht fast den Eindruck, als strömte die contractile Substanz im Augenblicke der Schliessung aus der Umgebung der Kathode nach dieser hin, um sich dort anzuhäufen. [1]

Die Frage, ob wir in der Dauercontraction eine von der Anfangszuckung principiell verschiedene Erscheinung zu sehen haben, ist, wie ich glaube, für die Deutung der ersteren von grösster Wichtigkeit. So sehr man nun auch anfangs geneigt sein könnte, diese Anschauung für die richtige zu halten, so lehrt doch eine längere Beschäftigung mit dem Gegenstande das Irrthümliche derselben erkennen, wenn man sieht, dass alle nur denkbaren Übergänge zwischen einer einfachen Zuckung, einer Zuckung mit Dauercontraction und endlich der Dauercontraction ohne vorhergehende Zuckung vorkommen.

Es gibt Muskelpräparate, welche von vorneherein, auch bei Schliessung starker Ströme nur Dauercontraction zeigen, ohne dass, wie es sonst die Regel ist, im Momente der Schliessung eine Contractionswelle über den ganzen Muskel abläuft; die Grösse der Dauercontraction ist hiebei nicht wesentlich verschieden von der, die man unter sonst gleichen Versuchsbedingungen bei noch vorhandener Anfangszuckung zu beobachten Gelegenheit hat. Wenn man das oben über die Ermüdung des frei zuckenden Muskels Gesagte berücksichtigt, so scheint mir das geschilderte Verhalten dafür zu sprechen, dass ein solcher Muskel sich unmittelbar nach der Präparation bereits in einem ähnlichen Zustande befindet, wie man ihn künstlich durch wiederholte Schliessungen bei unveränderter Stromesrichtung hervorbringen kann, indem hier auch zunächst nur die Schliessungszuckung ausbleibt, ohne wesentliche Beeinträchtigung der Grösse der Dauercontraction. Ein wesentlicher Unterschied besteht allerdings, denn während der für eine Stromesrichtung „ermüdete“ Muskel

[1] Es muss hier bemerkt werden, dass das von Kühne beschriebene „Porret'sche Phänomen“ am Muskel mit der Entstehung der Schliessungsdauercontraction durchaus nichts zu thun hat. Diese tritt schon bei geringer Intensität des Stromes deutlich auf, während das erstgenannte Phänomen nur bei sehr starken Strömen hervortritt. (Vgl. unten.)

die Schliessung des entgegengesetzt gerichteten Stromes mit kräftigen Schliessungszuckungen beantwortet und auch nach länger dauernder Durchströmung in der anfänglichen Richtung bei der Öffnung kräftig erregt wird, erweist sich die Reaction eines Muskels, der, um mich so auszudrücken, im Zustande der Erschöpfung sich befindet, in gleichem Sinne verändert, ob nun der Strom in auf- oder absteigender Richtung ihn durchfliesst, auch zeigt er niemals eine Spur von Öffnungserregung; es ist eben die Erregbarkeit in allen Querschnitten gleichmässig herabgesetzt, während dies im ersteren Falle nur von jenem Querschnitte gilt, durch welchen der Strom austritt, und man muss demnach scharf unterscheiden zwischen localer und allgemeiner Ermüdung (Erschöpfung) eines Muskels.

Man beobachtet derartig erschöpfte Muskeln besonders häufig bei Sommerfröschen, aber auch im Winter, wenn die Thiere längere Zeit in einem stark geheizten Raume gehalten wurden. Bei Schliessung der schwächsten, eben wirksamen Ströme (die Reizschwelle liegt bei solchen Präparaten bedeutend höher als bei normal erregbaren Muskeln) tritt sofort eine deutliche, wenn auch anfangs schwache dauernde Zusammenziehung in der Gegend der Kathode auf, deren Grösse bei Verstärkung des Stromes wächst, ohne zunächst auf die Anodenhälfte überzugreifen. Wendet man noch stärkere Reize an, so erhält man auch von solchen erschöpften Muskeln Schliessungszuckungen; deren Curve zeigt jedoch einen ganz anderen Charakter, als die von frischen, gut erregbaren Präparaten. Sie verläuft sehr gedehnt, der Curvengipfel ist stark abgerundet, im Allgemeinen niedriger und der absteigende Schenkel setzt sich nicht wie gewöhnlich bei langsamen Gange des Kymographions scharf, fast unter einem rechten Winkel von der Dauercontraction ab, sondern geht ganz allmälig in dieselbe über, so dass es unmöglich ist, eine Grenze anzugeben, wo die Zuckung aufhört und wo die Dauercontraction anfängt, beide sind zu einem untrennbaren Ganzen verschmolzen. Der Charakter der Contractionswelle ändert sich nicht bei der Fortpflanzung derselben, beide Muskelhälften zeigen ganz analoge Gestaltveränderungen, nur sind dieselben bisweilen auf der Seite der Kathode stärker ausgeprägt.

Eine scharfe Sonderung der Schliessungszuckung von der Dauercontraction ist überhaupt nur zuweilen bei Strömen von schwacher und mittler Intensität vorhanden und wird immer undeutlicher, je stärker die angewendeten Ströme sind. Es lässt sich dies am besten übersehen bei Betrachtung einer ganzen Serie von Zuckungscurven, die bei einer und derselben Stromesrichtung durch aufeinander folgende, immer wachsende und durch gleich lange Pausen voneinander getrennte Schliessungsreize gewonnen wurde. (Taf. I, Curve 1 und 2.) Vergleicht man in einer solchen Reihe mit Rücksicht auf das Verhältniss zwischen Zuckung und Dauercontraction die Gestalt der aufeinanderfolgenden Einzelcurven, so bemerkt man sofort, dass die Anfangszuckung sich immer weniger scharf von der Dauercontraction absetzt, je stärker der Strom ist und endlich in ganz ähnlicher Weise mit derselben verschmilzt, wie dies erschöpfte Muskeln schon bei schwächeren Reizen zeigen. Dieselbe Erscheinung lässt sich auch beobachten, wenn man einen ganz frischen Muskel sofort durch Schliessung eines starken Stromes erregt, und ist daher unabhängig von der localen Ermüdung durch vorhergegangene wiederholte Durchströmung in derselben Richtung. Besonders deutlich ist das ganz allmälige Übergehen der Zuckung in die Dauercontraction an der der Anode entsprechenden Muskelhälfte bemerkbar, wenn die Intensität des reizenden Stromes so gross ist, dass die Dauercontraction über die fixirte Mitte des Muskels hinübergreift.

Erregt man einen in der angegebenen Weise in der Mitte zwischen Thon fixirten *Sartorius* durch Schliessung eines starken Stromes und wiederholt man in gleichen Zwischenräumen die Schliessungen bei unveränderter Richtung und Stärke des Stromes (Taf. I, Curve 4), so erhält man eine Reihe von Zuckungscurven, welche abermals das oben Gesagte bestätigen, indem man sieht, wie in dem Maasse als die Höhe der Anfangszuckung auf Seite der Kathode abnimmt, auch der scharfe Unterschied zwischen derselben und der sich anschliessenden Dauercontraction immer mehr sich verwischt und schliesslich unmerklich wird.

Ich muss hier noch einer Thatsache gedenken, welche zuerst von Aeby [1] beschrieben wurde; dieser Forscher fand, dass das Verhältniss der Zuckungsgrösse beider Muskelhälften bei Anwen-

dung starker Ströme, also unter dem Einflusse der fortschreitenden Ermüdung, sich umkehrt, indem die Zuckungen der Anodenhälfte, welche anfangs gleich oder gar kleiner als die der Kathodenhälfte waren, allmälig diese letzteren an Grösse übertreffen; ja es kann sogar der Fall eintreten, dass die Kathodenhälfte nur mehr eine schwache Dauercontraction zeigt, während die Anodenhälfte noch deutlich bei jeder neuen Schliessung des Stromes zuckt.

Ich kann diese Angaben von Aeby bestätigen (Taf. I, Curve 4), muss jedoch bemerken, dass ich die in Rede stehende Erscheinung nur bei Anwendung sehr starker Ströme in voller Deutlichkeit hervortreten sah, und dass sie sich auch hier niemals gleich im Beginne des Versuches zeigte, sondern immer erst im Verlaufe desselben entwickelte. Auch habe ich, im Widerspruche mit Aeby niemals gesehen, dass Muskeln matter Thiere, oder solche Präparate, die künstlich in den Zustand der Erschöpfung versetzt worden waren, gleich von vorne herein das geschilderte Verhalten gezeigt hätten.

Ich muss mich begnügen, an dieser Stelle das Thatsächliche der Beobachtungen von Aeby dargelegt zu haben; in der nächsten Mittheilung soll gezeigt werden, dass der von Aeby daraus gezogene Schluss, dass bei der Schliessung, respective Öffnung eines Kettenstromes der Erregungsvorgang immer an beiden Polen gleichzeitig, jedoch in wechselnder Stärke erfolgt, nicht gerechtfertigt erscheint, und dass die scheinbare Umkehr der Stromeswirkung sich viel einfacher erklären lässt.

Bezüglich der Localisation der Öffnungserregung erübrigt schliesslich nur noch die Bemerkung, dass sie in ganz derselben Weise, wie die Schliessungserregung an der Kathode, nur an der Anode merklich wird (Taf. I, Curve 1 und 2), indem anfangs nur die entsprechende Muskelhälfte zuckt, und erst, wenn die Erregung an der Anode eine gewisse Grösse erreicht hat, sich die Contractionswelle durch den ganzen Muskel fortpflanzt. In gleicher Weise erscheint auch die Öffnungsdauercontraction anfangs beschränkt auf die nächste Umgebung der Eintrittsstelle

---

[1] Aeby, Arch. f. Anat. und Physiologie. 1867.

des Stromes, von wo aus sie sich bei weiterer Steigerung des Reizes durch länger fortgesetztes Durchströmen über einen immer grösseren Theil der intrapolaren Strecke ausbreitet.

Zeitmessende Versuche.

I.

Bei Schliessung eines constanten Stromes entsteht die Erregung nur an der Austrittsstelle desselben aus der Muskelsubstanz und pflanzt sich von hier aus durch Leitung von Querschnitt zu Querschnitt durch den Muskel fort.

Mit voller Bestimmtheit wurde dieser Satz zuerst von Bezold ausgesprochen und später von Engelmann bestätigt. Aeby war fast gleichzeitig mit v. Bezold zu einem widersprechenden Resultate gelangt.[1] Er hatte Fühlhebel an zwei verschiedenen Punkten der durchflossenen Muskelstrecke aufgelegt, so dass dieselben durch eine unter ihnen ablaufende Contractionswelle in verschiedenen Zeitmomenten gehoben werden und ihre Excursionen im vergrösserten Massstabe verzeichnen sollten. Es ist klar, dass, wenn der oben ausgesprochene Satz richtig ist, der der Kathode näher liegende Fühlhebel eher gehoben werden musste als der entferntere; das Umgekehrte wäre bei der Öffnungserregung zu erwarten gewesen. Der Zeitunterschied in der Erhebung der beiden Curven von der Abscisse ergab direct die Fortpflanzungsgeschwindigkeit der Erregung in der zwischen beiden Fühlhebeln befindlichen Muskelstrecke.

Durch diese Methode, welche den allerdings nicht zu unterschätzenden Vorzug der Einfachheit vor der Bezold'schen voraus hatte, fand Aeby, dass bei Reizung der Muskelfasern mit Kettenströmen die Contraction stets gleichzeitig in allen Querschnitten der durchflossenen Strecke erfolgt.

---

[1] Aeby, Untersuchungen über die Fortpflanzungsgeschwindigkeit der Reizung in der quergestreiften Muskelfaser. 1862.

In einer späteren, dieselbe Frage betreffenden Mittheilung[1] berichtet Aeby über neue, nach einem anderen Principe angestellte, zeitmessende Versuche am Muskel, welche abermals dasselbe negative Resultat ergaben, so dass er sich nun umsomehr berechtigt glaubte, auf Grund seiner Versuche die Bezold'sche Theorie der elektrischen Muskelreizung für unrichtig zu halten.

Aeby hatte die beiden Adductoren eines mit Curare vergifteten Frosches an dem sie verbindenden Knochenstücke festgeklemmt und die freien Muskelenden mit je einem Pole einer Kette in Verbindung gebracht; ausserdem war jeder Muskel in der Mitte geklemmt, so dass nur dessen untere Hälfte, die mit einem Myographionhebel in Verbindung stand, ihre Zuckungen verzeichnen konnte. Ging die Erregung das einemal von der Kathode, das anderemal von der Anode aus, so war zu erwarten, dass ein deutlicher Unterschied im Beginne der Contractionen beider Muskelhälften wahrnehmbar sein würde. Aeby fand nun aber „bei keiner Reizungsgrösse auch nur den geringsten Unterschied in dem zeitlichen Beginne der beiden Zuckungen, am positiven und am negativen Pole begann die Contraction jedesmal gleichzeitig".

Ich habe bei meinen Versuchen statt der zwei durch eine Knochenbrücke verbundenen Muskeln blos den *Sartorius* benützt, dessen Mitte in der bereits erwähnten Weise zwischen Kochsalzthon fixirt war.

Die gewonnenen Versuchsresultate waren nun so constant und sicher, dass sie mir geeignet zu sein scheinen, trotz der negativen Resultate Aeby's endgiltig zu Gunsten der Bezold'schen Theorie zu entscheiden. (Vergl. über die verschiedenen eben erwähnten Methoden sowie über die dabei in Betracht kommenden Fehlerquellen die ausführliche Darlegung in der oben citirten Abhandlung von Prof. Hering.)

Der erwähnte „Klemmversuch" an dem *Sartorius*, wobei zwar die Erregung ungehindert die fixirte Stelle zu passiren vermag, die Möglichkeit einer directen Übertragung der Contraction der einen Muskelhälfte auf die andere jedoch unmöglich gemacht ist, gibt ein einfaches Mittel an die Hand, den Verlauf der

[1] Arch. f. Anat. und Physiologie. 1867. p. 688 ff.

Contractionswelle graphisch zu verzeichnen und so der Messung zugänglich zu machen; denn geht die Erregung bei Schliessung eines Stromes von der Kathode aus, so muss nothwendig an einem derart fixirten, seiner ganzen Länge nach durchströmten Muskel, die der Kathode entsprechende Hälfte früher zucken, als die der Anode entsprechende.

Sei *a b* Fig. 1 der *Musculus sartorius*, *c d* die Länge des zwischen Thon befindlichen Stückes, so wird, wenn bei *b* die Kathode sich befindet, die Muskelhälfte *a c* erst dann bei Schliessung des Stromes sich contrahiren können, wenn die von *b* ausgehende Erregungswelle bei *c* angelangt ist, und es wird somit, wenn ein Zeitunterschied im Beginne der Zuckungen von *b d* und *a c* wahrzunehmen ist, durch dessen Grösse offenbar die Fortpflanzungsgeschwindigkeit der Erregungs-, respective Contractionswelle von *b* bis *c* gemessen.

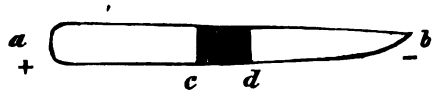


Fig. 1.

Die Versuchsanordnung war folgende: Als Chronoskop diente eine mit einer Schreibfeder versehene Stimmgabel, welche 355 Schwingungen in der Secunde machte. Diese wurde nebst dem Doppelmyograph mit unpolarisirbaren beweglichen Elektroden vor einem vertical stehenden Cylinder, welcher mittels einer Kurbel gedreht wurde und auf dessen mit berusstem Papier überzogener Fläche die Zuckungen beider Muskelhälften verzeichnet werden sollten, derart angebracht, dass die Spitze der Stimmgabelschreibfeder mit den zwei in entgegengesetzter Richtung (nach oben und unten) sich bewegenden Muskelschreibstiften in einer Verticallinie lag; es ist auf diese Weise ermöglicht, unabhängig von der Umdrehungsgeschwindigkeit des Cylinders den Zeitunterschied im Beginne der beiden Zuckungen, sowie auch das Stadium der latenten Reizung zu messen, wenn man den Versuch so einrichtet, dass genau im Momente der Schliessung oder Öffnung des Reizstromes die Stimmgabel zu schwingen beginnt. Handelte es sich um Auslösung einer Schliessungszuckung, so wurde diese dadurch bewerkstelligt, dass die Stimmgabel mit einem zwischen ihre Arme geklemmten metallischen Keil eine gut leitende Nebenschliessung bildete. In demselben Momente, wo durch plötz-

liches Entfernen des Keiles die Nebenschliessung geöffnet wird, bricht der ganze Strom, dessen Intensität durch ein eingeschaltetes Rheochord abgestuft werden kann, in den Muskel ein und bewirkt so die Schliessungserregung in demselben Augenblicke, wo auch

Fig. 2.

Fig. 3.

Fig. 2. Schliessungszuckung eines in der Mitte fixirten *Sartorius*. 4 Daniell. Rheochordwiderstand 100. Der Strom fliesst in absteigender Richtung, die Kathode befindet sich daher am schmalen Ende des Muskels; die obere Linie entspricht der Muskelhälfte *b d*, (Fig. 1), die untere der Hälfte *a c*. Die Länge der Strecke *b c* ist gleich 27 Mm.

Fig. 3. Schliessungszuckung desselben Muskels nach Wendung des Stromes.

die Stimmgabel zu schwingen beginnt. Bei der geringen Intensität derjenigen Ströme, welche bereits maximale Schliessungszuckungen auslösen, wird man kaum befürchten müssen, dass ein irgendwie beträchtlicher Stromantheil den Muskel bereits vor Entfernung der Nebenschliessung durchfloss. Übrigens habe ich mich wiederholt überzeugt, dass bei geschlossenem Stimmgabelkreise auch die Schliessung eines Stromes von 8—10 Daniellschen Elementen keine Zuckung des Muskels bewirkte.

Man erhält auf diese Weise bei Schliessung eines Kettenstromes von hinreichender Intensität zwei Zuckungscurven, die eine nach oben, die andere nach unten gezeichnet, die nun jedesmal derart gegeneinander verschoben sind, dass die der Kathodenhälfte des Muskels entsprechende merklich früher von der Abscisse sich erhebt als die andere. (Fig. 2 und 3.)

Da die relativ geringe Fortpflanzungsgeschwindigkeit der Contractionswelle im Muskel eine sehr rasche Umdrehung des Cylinders nicht erfordert, so fallen die Curven immer hinreichend steil aus, um mit genügender Sicherheit und Genauigkeit den ersten Beginn der Erhebung von der Abscisse constatiren zu können. Ich habe nach einmaligem Fixiren der Curventafeln mit einer Schellacklösung zunächst die Abscissenlinie verlängert und sodann den Punkt des ersten Ansteigens möglichst genau zu bestimmen gesucht. Zucken die beiden Muskelhälften nicht gleich stark, wie es besonders bei Anwendung schwacher Ströme vorkommt, so fällt natürlich die Curve der kleineren Zuckung auch entsprechend flacher aus, wodurch die Genauigkeit der Bestimmung leidet; ich habe daher nur solche Curven für tadellos und völlig beweisend gehalten, bei denen der genannte Fehler in keinem störenden Grade vorhanden war.

Errichtet man auf jeder der beiden Abscissen in dem Punkte, wo sich die betreffende Curve abhebt, je eine Senkrechte, so ergibt die Zahl der zwischen den beiden Senkrechten eingeschlossenen Stimmgabelschwingungen unmittelbar die Fortpflanzungsgeschwindigkeit der Contractionswelle, gemessen von dem Orte ihres Entstehens an der Kathode bis zu dem ersten jenseits der fixirten Stelle gelegenen Muskelquerschnitte. Die Länge dieser Strecke beträgt je nach der Grösse des Frosches

20—27 Mm.; darauf entfallen 4—6 Stimmgabelschwingungen, und es berechnet sich somit die Fortpflanzungsgeschwindigkeit der Schliessungserregung für eine Secunde zu 1—2 Meter. Es stimmen, wie man sieht, die von mir gefundenen Werthe ziemlich gut überein mit den bisherigen Bestimmungen der Geschwindigkeit der Erregungsleitung im quergestreiften Muskel bei partieller Reizung desselben. Es schwankte die Grösse der Fortpflanzungsgeschwindigkeit der Schliessungserregung in den vielen von mir gemachten Bestimmungen nur innerhalb enger Grenzen; sie war, soweit meine nicht direct auf diesen Umstand gerichteten Versuche ergaben, unabhängig von der Richtung des den Muskel durchfliessenden Stromes, sowie auch von dessen Stärke, sobald nur die ausgelösten Zuckungen maximale waren.

Wenn man sich zur Reizung des Muskels sehr starker Ströme bedient (8—10 Daniell. oder einer entsprechenden Zahl Grove'scher oder Bunsen'scher Elemente), so kann es vorkommen, dass bei der Schliessung beide Muskelhälften wirklich gleichzeitig sich zu verkürzen beginnen, so dass es den Anschein hat, als würde in diesem Falle wirklich die ganze intrapolare Strecke in allen ihren Querschnitten gleichzeitig in Erregung versetzt. Es lässt sich aber leicht zeigen, dass selbst Ströme von dieser Intensität keine Ausnahme von der Regel machen, und dass auch hier nur die Austrittsstelle derselben aus der Muskelsubstanz primär erregt wird.

Da der Faserverlauf des *Sartorius* in Wirklichkeit nicht genau parallel ist, so kann es leicht geschehen, dass auch im Verlaufe sich Austrittsstellen des Stromes bilden, wie dies Prof. Hering in der mehrfach erwähnten Abhandlung „Über die Methoden etc.“ auseinander gesetzt hat, besonders an der Stelle, wo der Muskel zwischen Thon gebettet ist, sind Verbiegungen der einzelnen Fasern kaum zu vermeiden, und es hängt dann natürlich ganz von der Dichte des im Muskel fliessenden Stromes ab, ob an den bezeichneten Punkten die Erregung hinreichend stark ist, um eine Contraction zu bewirken.

Wird der Muskel in der Mitte zu stark geklemmt, so dass eine Einbuchtung entsteht, an deren Rändern die Muskelsubstanz wallartig aufgeworfen ist, so ist Gelegenheit gegeben zur Bildung

neuer Austrittsstellen des Stromes und somit zu gleichzeitiger Erregung in der Continuität der intrapolaren Strecke.

Ich habe mich direct durch den Versuch überzeugt, dass ein etwas stärkeres Anziehen der Klemme hinreicht, um bei Anwendung starker Ströme die Ungleichzeitigkeit in dem Beginne der Zuckungen der beiden Muskelhälften zum Verschwinden zu bringen; noch ein dritter Umstand ist zu erwähnen, der auch als Fehlerquelle in Betracht kommen dürfte, wenn starke Ströme zur Reizung verwendet werden. Die Benützung des mit halbprocentiger Kochsalzlösung befeuchteten Thones behufs Fixirung der Mitte des Muskels bringt es mit sich, dass, wenn die Dichte des den Muskel durchfliessenden Stromes ein gewisses Mass überschreitet, leicht Stromschleifen in den verhältnissmässig gut leitenden Salzthon einbrechen und so zur Bildung von Austrittsstellen, respective zu Erregung des Muskels in der Continuität Veranlassung geben. Ich habe mich daher später des mit einem neutralen Öl befeuchteten Thones bedient, der auch sonst noch den Vortheil hat, dass er nicht austrocknet.

Durch stärkere Belastung (ich habe gewöhnlich beiderseits 3 Gramm aufgelegt, bei Benützung starker Ströme jedoch 9 Gramm) gelingt es am Besten, die oben erwähnten Ungleichartigkeiten in der Verlaufsrichtung der einzelnen Fasern auszugleichen und man sieht nun in der That, dass, wenn alle die genannten Fehlerquellen möglichst ausgeschlossen werden, auch bei Anwendung sehr starker Ströme (3 grosse Bunsen'sche Elemente) der Zeitunterschied im Beginne der beiden Zuckungen im richtigen Sinne jedesmal wieder deutlich hervortritt. (Fig. 4.)

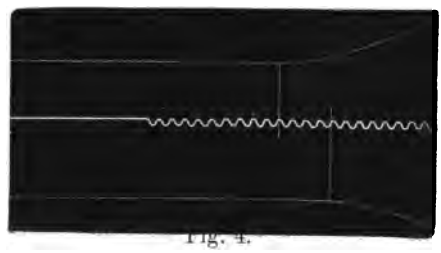


Fig. 4.

Schliessungszuckung. Drei grosse Bunsen'sche Elemente; absteigende Stromesrichtung, Strecke (*bc*, Fig. 1) = 20 Mm.

Ich möchte hier noch besonders hervorheben, dass bei Strömen von solcher Intensität das von Kühne beschriebene „Porret'sche Phänomen am Muskel" mit grosser Deutlichkeit zu beobachten ist, die ganze Muskelmasse ist unmittelbar nach der

Schliessung und während der Dauer der Durchströmung in lebhaft fluthender Bewegung begriffen in der Richtung vom positiven nach dem negativen Pol hin. Nichtsdestoweniger verläuft die Schliessungscontractionswelle in entgegengesetzter Richtung, und zwar mit derselben Geschwindigkeit, wie in einem Muskel, der während der Dauer der Durchströmung keine Spur von innerer Bewegung zeigt. Es scheint daraus hervorzugehen, dass beide Vorgänge selbstständig und unabhängig voneinander verlaufen.

II.

Die Öffnungserregung entsteht ausschliesslich an der Eintrittsstelle des Stromes in die Muskelsubstanz und pflanzt sich von hier aus durch Leitung fort.

Genau dasselbe Verfahren, wie es eben bei Besprechung des zeitlichen Verlaufes der Schliessungserregung beschrieben wurde, diente auch dazu, den Verlauf der Öffnungserregung zu untersuchen. Die zeitmessende Stimmgabel dient dann nicht mehr als Nebenschliessung des Reizstromes, sondern einfach zu dessen Unterbrechung. Da der entnervte Muskel schwerer auf den Öffnungsreiz reagirt, so muss die Stromstärke beträchtlich höher gewählt werden; ausserdem kommt es, wie bereits oben auseinander gesetzt wurde, sehr auf die Dauer der Durchströmung an; es empfiehlt sich, bei zeitmessenden Versuchen statt sehr starker Ströme, deren Verschwinden allerdings sofort erregend wirkt, lieber schwächere Ströme mit längerer Schliessungsdauer zu wählen, da der Muskel im ersteren Falle während der ganzen Dauer der Durchströmung stark verkürzt bleibt und erst nach Ablauf der Öffnungszuckung seine natürliche Länge wieder erreicht; 3—4 Daniell'sche Elemente bei Rheochordwiderstand 100 oder 200 fand ich in den meisten Fällen vollkommen ausreichend, um schon nach kurzer Schliessungsdauer (1—2 Minuten) starke Öffnungszuckungen zu erhalten. Ich wartete mit der Öffnung des Stromes immer so lange, bis die an der Kathodenseite während der Durchströmung in abnehmender Stärke vorhandene Dauercontraction gänzlich verschwunden war.

Ich habe unterlassen, eine Curve abzubilden, da dieselbe sich lediglich durch den Ort des ersten Auftretens der Contraction von der Curve der Schliessungszuckung unterscheidet.

Ausnahmslos beginnt bei der Öffnungserregung die Anodenhälfte des Muskels früher zu zucken, als die Kathodenhälfte, und es erscheinen die beiden Zuckungscurven in diesem Sinne gegeneinander verschoben.

Ich habe bereits oben erwähnt, dass, obschon die Grösse der Fortpflanzungsgeschwindigkeit der (Schliessungs-) Erregung im Allgemeinen unabhängig erscheint von der Grösse des Reizes dies doch nur erst von dem Zeitpunkte an gilt, wo die Zuckungen maximal werden, und ich will hier noch nachträglich bemerken, dass dies mit besonderer Deutlichkeit hervortritt, wenn man den Strom wendet, nachdem der Muskel durch mehrere in kurzen Zwischenräumen aufeinander folgende Schliessungsreize für die eine Stromesrichtung ermüdet wurde. War die erste Schliessungszuckung eine maximale mit normaler Fortpflanzungsgeschwindigkeit, so kann man beobachten, dass bei unveränderter Stromesrichtung entsprechend der Abnahme der Zuckungshöhe auch die Fortpflanzungsgeschwindigkeit der (untermaximalen) Schliessungserregungen abnimmt. Wäre nun, wie es v. Bezold annimmt, das Leitungsvermögen des ganzen Muskels durch die wiederholten Durchströmungen beeinträchtigt, so müsste sich dies auch nach Wendung des Stromes zeigen. Allein man beobachtet dann in allen Fällen, dass die so bewirkte maximale Schliessungserregung sich mit normaler Geschwindigkeit durch den Muskel fortpflanzt.

Die Erregung eines Muskels durch Öffnung eines denselben durchfliessenden Kettenstromes ist nur unter günstigen Umständen eine maximale, einmal weil der Öffnungsreiz überhaupt minder erregend wirkt, und weil andererseits auch die Erregbarkeit des ausgeschnittenen Muskels um so mehr abnimmt, je länger er den normalen Ernährungsverhältnissen entzogen ist. Da es ferner, wie ich schon erwähnt habe, nothwendig ist, bei Bestimmung der Leitungsgeschwindigkeit der Öffnungserregung, diese erst dann eintreten zu lassen, wenn die durch die vorhergehende Durchströmung bedingte Schliessungsdauercontraction verschwunden ist, was

doch einige Minuten dauert, so erklärt sich, wie ich glaube, der Umstand, dass in vielen Fällen die Geschwindigkeit der Fortleitung der Öffnungserregung geringer gefunden wird, als die der Schliessungserregung, hinreichend aus den eben erwähnten Umständen, ohne dass man nöthig hätte, eine specifische Nachwirkung der vorhergehenden Durchströmung, bestehend in einer Verminderung des Leitungsvermögens der intrapolaren Muskelstrecke, anzunehmen.

Die von Bezold gemachten Angaben über Veränderung der Erregbarkeit und des Leitungsvermögens „polarisirter" Muskelstrecken bedürfen jedenfalls, ehe sie als feststehende Thatsachen betrachtet werden können, einer abermaligen genauen Untersuchung.

Mit der Anschauung, dass die in vielen Fällen zu beobachtende geringere Fortpflanzungsgeschwindigkeit der Öffnungserregung wesentlich auf den Umstand zurückzuführen ist, dass die ausgelösten Zuckungen keine maximalen sind, steht die Thatsache in Übereinstimmung, dass, wenn die Bedingungen zum Zustandekommen maximaler Öffnungszuckungen möglichst günstig sind (hohe Erregbarkeit, rascher Verlauf des Versuches) auch der Werth der Fortpflanzungsgeschwindigkeit mit dem bei maximaler Schliessungserregung gefundenen ganz übereinstimmt.

III.

Die Reizung des Muskels mit einzelnen Inductionsschlägen wirkt wie kurz dauernde Schliessung eines constanten Stromes: die Erregung erfolgt primär nur an der Austrittsstelle des Stromes aus der Muskelsubstanz und pflanzt sich von hier aus durch Leitung fort.

Engelmann hat sich zuerst mit der Frage nach dem Orte der Reizung der glatten Muskelfaser bei Anwendung einzelner Inductionsschläge beschäftigt, und betonte mit Nachdruck die völlige Übereinstimmung in der Wirkungsweise sehr kurz dauernder Kettenströme und einzelner Inductionsschläge, indem er zeigte, dass ein durch ein längeres Stück des Kaninchen-Ureter geschickter Inductionsschlag zumeist blos an der Stelle eine

Contractionswelle auslöst, wo sich die Kathode befindet, und dass nur bei sehr hoher Erregbarkeit und Strömen von bedeutender Intensität bisweilen scheinbar gleichzeitig an beiden Polen die Contraction beginnt. Ein analoges Verhalten des quergestreiften Muskels bei gleicher Reizung hat Engelmann nicht nachgewiesen, obschon es bei der sonstigen weitgehenden Analogie der elektrischen Erregungserscheinungen an dem Ureter und dem quergestreiften Muskel schon a priori zu vermuthen war. Meine Versuche haben ausnahmslos die Richtigkeit dieser Vermuthung bestätigt. Als Versuchsobject diente wieder der durch Curare „entnervte" *Sartorius* des Frosches; zur Reizung wurden fast in allen Fällen Öffnungsschläge verwendet; der Kreis der primären Spirale wurde durch die bereits bekannte Stimmgabelvorrichtung unterbrochen, so dass gleichzeitig mit dem Beginne der Schwingungen ein Öffnungsschlag den Muskel seiner ganzen Länge nach durchsetzte.

Die von Brücke zuerst constatirte grosse Unempfindlichkeit des durch Curare entnervten Muskels gegen Ströme von so äusserst kurzer Dauer tritt bei diesen Versuchen mit grosser Deutlichkeit hervor. Man muss die Rollen des du Bois'schen Schlittenapparates einander fast bis zur Berührung nähern, um mit einem Daniell'schen Elemente kräftige Zuckungen zu erhalten, wobei allerdings der grosse Widerstand der unpolarisirbaren Elektroden, deren ich mich auch bei diesen Versuchen bediente, mit in Betracht kommt.

Ohne Ausnahme erhebt sich die der Kathodenhälfte des Muskels entsprechende Zuckungscurve nach einem sehr kurzen Stadium der latenten Reizung (0·008—0·01 Sec.) früher von der Abscisse, als die der Anodenhälfte entsprechende.

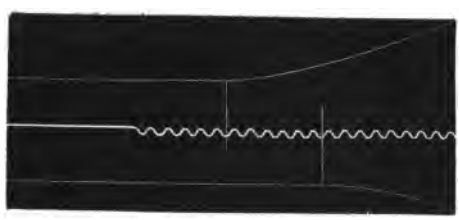


Fig. 5. Reizung durch einen Öffnungs-Inductionsschlag.

Die obere Hälfte entspricht der Kathodenhälfte des Muskels, die untere der Anodenhälfte.

Strecke *bc* (Fig. 1)=26 Mm.

Die aus dem Zeitintervall berechnete Fortpflanzungsgeschwindigkeit der Contractionswelle beträgt 1—2 Meter in der Secunde, stimmt also mit dem bei maximaler Schliessungserregung gefundenen Werthe überein.

Der Einfluss der Stromdichte auf die Dauer des Stadiums der latenten Reizung und auf die Erregung des Muskels.

In Betreff des Stadiums der latenten Reizung kann ich mich im Allgemeinen sehr kurz fassen, da fast alle Bedingungen, welche die Dauer desselben zu verändern vermögen, bereits von Bezold in seinem mehrfach citirten Werke eingehend untersucht wurden, und da meine diesbezüglichen Beobachtungen durchaus mit den Angaben dieses Forschers übereinstimmen.

Ich fand, wie eine genauere Betrachtung der beigegebenen Curven lehrt, den in Rede stehenden Zeitraum im Allgemeinen um so kürzer, je grösser die Intensität des zur Reizung benützten Stromes war; am kleinsten war das Latenzstadium bei Reizung mit einzelnen Inductionsschlägen, am grössten bei der Erregung durch Öffnung schwacher Kettenströme. Ich will mich auf die eigenthümliche Deutung, welche von Bezold diesem auffallenden Verhalten gibt, hier nicht weiter einlassen, und möchte nur noch die Thatsache hervorheben, dass:

IV.

bei totaler Durchströmung des *M. sartorius* die Grösse des Stadiums der latenten Reizung in auffälliger Weise von der Stromesrichtung abhängt; dies gilt in gleicher Weise für die Schliessungs- wie für die Öffnungserregung, und zwar ist das Latenzstadium immer dann kleiner, wenn die Erregung an dem unteren Muskelende entsteht, vorausgesetzt, dass die Stromstärke in beiden Fällen gleich ist (vergl. Fig. 2 und 3, Fig. 6 und 7).

CL

Fig. 6.

Fig. 6. Schliessungszuckung. 2 Leclanché-Elemente. Rheochordwiderstand 40; absteigende Stromesrichtung; die Kathode befindet sich am schmalen Ende des Muskels, die obere Linie entspricht der Kathodenhälfte. Die in diesem und dem folgenden Versuche benützte Stimmgabel machte 353 Schwingungen in der Secunde. Strecke *bc* (Fig. 1) = 23 Mm.

Fig. 7.

Fig. 7. Schliessungszuckung. Aufsteigende Stromesrichtung. Die Kathode befindet sich am oberen breiten Muskelende, die untere Linie entspricht der Kathodenhälfte. Sonst Alles wie in Fig. 6. Strecke *cd* (Fig. 1) = 25 Mm.

Bei Berücksichtigung der assymetrischen Form des *Sartorius*, der sich vom Beckenende nach dem Knie hin zuspitzt, wird sofort klar, dass das genannte Verhalten wohl nur der ungleichen Dichte des reizenden Stromes an beiden Muskelenden zuzuschreiben ist.

Von Bezold sagt an einer Stelle seiner Untersuchungen (l. c. p. 203), dass „im Falle der Muskel hinreichend gleichförmig cylindrisch oder parallelepipedisch gebaut ist, die Richtung des Stromes keinen Einfluss auf die Grösse des Stadiums der latenten Reizung habe.“ Bezold fand im Übrigen keine Veranlassung, diesen Einfluss näher zu untersuchen, da er meist nur kleine Strecken in der Continuität des *Sartorius* reizte. Bei Durchströmung des ganzen Muskels gewinnt aber das besprochene Verhalten ein um so grösseres Interesse, da es mit einer weiteren, sogleich zu erwähnenden Thatsache in Übereinstimmung steht, welche einen neuen Beweis für die Richtigkeit der Bezold'schen Theorie der elektrischen Muskelreizung liefert. Es betrifft dies

den Einfluss der Stromesrichtung auf die Erregung des *Sartorius*.

Welche Vorstellung man auch von der Wirkungsweise des elektrischen Stromes haben mag, immer wird man doch schon a priori voraussetzen können, dass bei einem regelmässig gebauten, parallelfaserigen Muskel, dessen Nerven durch Curare ausgeschaltet wurden, die Richtung des Reizstromes auf den Erfolg der Reizung ebensowenig einen Einfluss haben wird, wie auf die Dauer des Latenzstadiums. Ein den genannten Bedingungen vollkommen entsprechender Muskel würde sich nun ohne Zweifel so verhalten. Allein der *Sartorius* des Frosches ist, wie schon erwähnt wurde, assymetrisch, und dem entsprechend beeinflusst die wechselnde Stromesdichte den Erfolg der Reizung.

Bei sorgfältiger Abstufung der Stromesintensität mit dem Rheochord bemerkt man in allen Fällen, dass an dem seiner ganzen Länge nach durchströmten *Sartorius* regelmässig zuerst die Schliessung des absteigenden Stromes zuckungserregend wirkt; erst bei weiterer Steigerung der Stromesintensität beginnt auch die Schliessung des aufsteigenden Stromes zu wirken; ein mehr oder weniger deutlicher Unterschied zu Gunsten der absteigenden Stromesrichtung bleibt in vielen Fällen, besonders bei etwas gesunkener Erregbarkeit des Muskels, auch weiterhin noch bemerkbar. In der Regel aber verwischt sich die anfangs äusserst auffallende Differenz immer mehr und mehr, um endlich bei stärkeren Strömen unmerklich zu werden. Umgekehrt wie die Schliessungserregung verhält sich die Öffnungserregung, deren Entstehen durch die aufsteigende Stromesrichtung begünstigt wird. Wundt[1] hatte schon gelegentlich beobachtet, dass die oben ausführlich besprochene Schliessungsdauercontraction bei der im Muskel absteigenden Stromesrichtung grösser ist, als bei aufsteigendem Strome; er hat jedoch keine Erklärung dieser Erscheinung gegeben.

Die Stelle der grössten Stromdichte befindet sich bei Längsdurchströmung des *Sartorius* am unteren Ende des Muskels und fällt daher bei absteigender Stromesrichtung mit der Austrittsstelle, bei aufsteigendem Strome mit der Eintrittsstelle desselben

[1] Muskelbewegung, p. 123.

in die Muskelsubstanz zusammen. Da im ersteren Falle die Schliessungszuckung, im anderen die Öffnungszuckung früher eintritt, so gestattet schon diese Thatsache allein, allerdings nur für Ströme von nicht zu grosser Intensität, den Wahrscheinlichkeitsschluss, dass die Schliessungserregung von der Kathode, die Öffnungserregung von der Anode ausgeht.

Der Einwand, dass das untere Muskelende vielleicht von vorneherein durch eine höhere Erregbarkeit ausgezeichnet ist, lässt sich leicht entkräften, denn abgesehen davon, dass es mir am curarisirten Muskel nicht gelang, durch localisirte Reizung einen Unterschied in der Erregbarkeit der beiden Muskelenden nachzuweisen, kann man auch direct zeigen, dass nur die Gestalt und der durch sie bedingte Unterschied der Stromdichte die Ursache der verschiedenen Wirkung des auf- und absteigenden Stromes ist. Präparirt man den *Sartorius* derart, dass Theile der umliegenden Muskeln an dem schmalen Ende hängen bleiben, wodurch die Dicke desselben annähernd ebenso gross wird, wie die des Beckenendes, so ist die Verschiedenheit der Wirkungsweise beider Stromesrichtungen sofort verschwunden.

Durch die im Vorstehenden beschriebenen zeitmessenden Versuche wurde, wie ich glaube, der endgiltige Beweis dafür erbracht, dass die Schliessungs- und Öffnungszuckung bei directer Erregung des Muskels reine Polwirkungen sind, und es erübrigt nur noch der Nachweis, dass das Gleiche auch für die Schliessungs- und Öffnungs dauercontraction gilt, was zwar nach dem bisher Mitgetheilten schon wahrscheinlich ist, wofür jedoch der sichere Beweis noch fehlt.

Das merkwürdige Verhalten einseitig verletzter Muskeln gestattet auch diesen mit aller nur wünschenswerthen Sicherheit zu führen; es soll in der nächsten Mittheilung darüber berichtet werden.

Erläuterung zu der Tafel.

Sämmtliche Curvenreihen stammen vom curarisirten *Sartorius* des Frosches und sind bei derselben Umdrehungsgeschwindigkeit des Kymographioncylinders aufgenommen worden. Die Zeitmarken auf der unteren Horizontallinie sind einfache Secunden.

Die Zuckungscurven sind um die Hälfte verkleinert; die mit *K* bezeichneten Reihen entsprechen der Kathodenhälfte des zwischen Thon in der Mitte fixirten Muskels, die mit *A* bezeichneten der Anodenhälfte. Der Moment der Schliessung und Öffnung ist mit *S* und *O* bezeichnet.

Ich habe, um Raum zu sparen, davon Abstand genommen, Curven von Öffnungszuckungen mit nachfolgender Öffnungsdauercontraction besonders abzubilden; dieselben entsprechen übrigens in ihrer Form den durch Schliessungsreize gewonnenen Curven.

Tafel I.

Curve I. Die 16 aufeinander folgenden Zuckungscurven sind durch Schliessungsreize von wachsender Intensität jedoch unveränderter Richtung des Stromes gewonnen worden; als Stromquelle dienten 4 Daniell'sche Elemente; durch ein eingeschaltetes Rheochord wurde die Stromstärke abgestuft; der eingeschaltete Widerstand ist durch die zwischen beiden Curvenreihen stehenden Zahlen ausgedrückt.

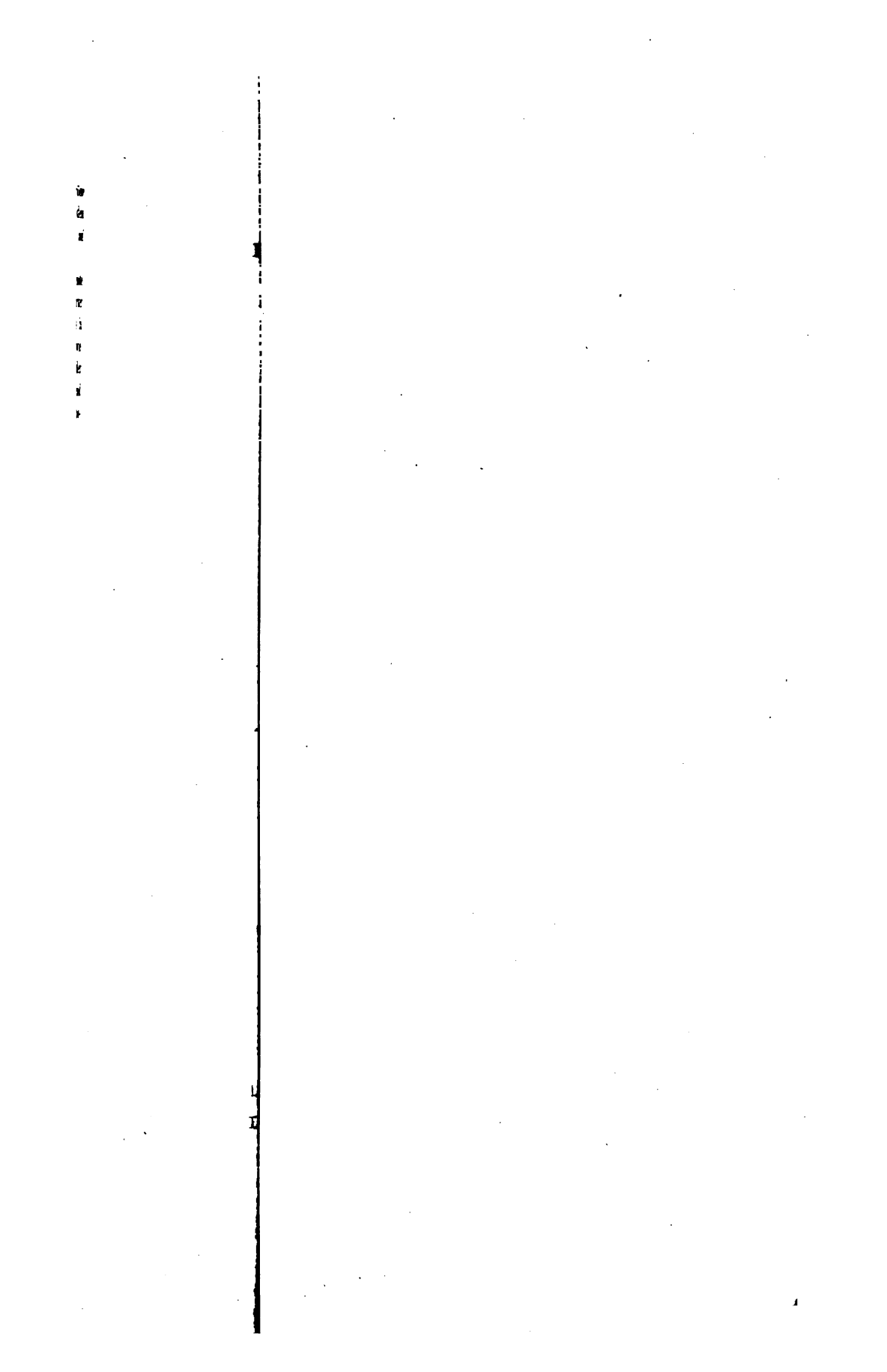
Curve II. Aufeinanderfolgende Schliessungsreize von wachsender Intensität und unveränderter Richtung des Stromes. Die Zahl der Elemente wurde vermehrt (7 Daniell), um das Übergreifen der Schliessungsdauercontraction auf die Anodenseite deutlicher hervortreten zu lassen, als dies in Curve I der Fall ist; auch hier bedeuten die in der Mitte stehenden Zahlen die Grösse des eingeschalteten Rheochordwiderstandes.

In beiden Curvenreihen tritt sowohl das allmälige Wachsen der Dauercontraction auf der Kathodenseite, als auch das Übergreifen auf die Anodenseite deutlich hervor. Die Öffnungszuckung tritt in beiden Fällen erst spät, und zwar zuerst auf der Anodenseite auf; sie erscheint auf der Seite der Kathode der Dauercontraction aufgesetzt.

Curve III. Aufeinander folgende Schliessungsreize von gleich bleibender Stärke und Richtung des Stromes (4 Daniell, Rheochordwiderstand 100). Einfluss der localen Ermüdung an der Kathode:

die Höhe der Zuckungscurven nimmt rascher ab, als die Grösse der Dauercontraction, welche letztere auch noch nach dem völligen Ausbleiben der Schliessungszuckung noch lange auf der Kathodenseite bei jeder neuen Schliessung hervortritt.

Curve IV. Einfluss der localen Ermüdung durch aufeinander folgende starke Schliessungsreize (6 Daniell) bei unveränderter Stromesrichtung. Die Dauercontraction ist gleich anfangs in annähernd gleicher Stärke, sowohl auf der Kathoden- wie Anodenseite vorhanden. Die Abnahme derselben während der Durchströmung erfolgt aber rascher auf der letzteren, während die Höhe der Schliessungszuckung viel rascher auf der Kathodenseite abnimmt.



XII. SITZUNG VOM 15. MAI 1879.

Herr Hofrath Freih. v. Burg übernimmt als Alterspräsident den Vorsitz.

Seine Excellenz der Herr Curator-Stellvertreter setzt die Akademie in Kenntniss, dass nach Eröffnung des Herrn kais. Cabinetsdirectors Seine Majestät der Kaiser die in allerunterthänigste Vorlage gebrachte Glückwunschadresse der kaiserlichen Akademie der Wissenschaften huldreichst entgegenzunehmen und hiefür den besonderen Allerhöchsten Dank auszusprechen geruht haben.

Ferner theilt Seine Excellenz mit, dass Seine kaiserliche Hoheit der durchlauchtigste Herr Erzherzog-Curator der kais. Akademie der Wissenschaften in der diesjährigen feierlichen Sitzung am 29. Mai erscheinen und dieselbe mit einer Ansprache eröffnen wird.

Die Direction des k. k. militär-geographischen Institutes übermittelt zwanzig Blätter Fortsetzungen der Specialkarte der österr.-ungar. Monarchie (1:75000).

Herr Prof. F. Lippich in Prag übersendet folgende Mittheilung: „Über die elektromagnetische Drehung der Polarisationsebene des Lichtes in Luft.“

Herr Bergrath H. Wolf übermittelt eine Fortsetzung der von Herrn Bergdirector Klönne in Dux gemachten Beobachtungen über die periodischen Schwankungen in dem Ansteigen der Gewässer in dem Fortschrittschachte der Duxer Kohlenwerke.

Der Secretär legt folgende eingesendete Abhandlungen vor:

1. „Zur Kenntniss der Arsenate des Zinks und Kadmiums,“ von Herrn W. Demel, Assistenten an der technischen Hochschule in Wien.
2. „Über zwei besondere Flächen sechster Ordnung“ und

3. „Über gewisse Curvenbüschel dritter und vierter Ordnung," von Herrn S. Kantor, d. Z. in Strassburg.

Ferner legt der Secretär ein von Herrn C. Dörrenberg in Berlin mit dem Ansuchen um Wahrung seiner Priorität eingesendetes versiegeltes Schreiben mit der Aufschrift: „Dörrenberg, 12. Mai 1879" vor.

Herr Custos Th. Fuchs überreicht eine Abhandlung: „Über die von Dr. E. Tietze aus Persien mitgebrachten Tertiärversteinerungen."

An Druckschriften wurden vorgelegt:

Académie de Médecine: Bulletin. 43. Année 2e série. Tome VIII. Nr. 18. Paris, 1879; 8°.

— royale de Copenhague: Oversigt over det Kongelinge Danske Videnskabernes Selskabs Forhandlingar og dets Medlemmers Arbejder i Aaret 1878. Nr. 2. Kjøbenhavn; 8°. 1879. Nr. 1. Kjøbenhavn; 8.

Accademia Pontificia de' Nuovi Lincei: Atti. Anno XXXI, Sess. IIIa del 17. Marzo et IVa del 14 Aprile 1878. Roma; 4°.

— R. dei Lincei: Atti. Anno CCLXXVI. 1878—79. Serie terza. Transunti Volume III. Fascicolo IIIo e IVo. Roma, 1879; 4°.

Akademie, Kaiserlich Leopoldino-Carolinisch-Deutsche, der Naturforscher: Leopoldina. Heft 15, Nr. 7—8. Halle, 1879; 4°.

— der Wissenschaften, Königl. Schwedische: Öfversigt af Förhandlingar. 35: te Årg. Nr. 9. 10. 1878. Stockholm, 1879; 8°.

Annales des Mines. VIIIe série. Tome XV. 1re Livraison de 1879. Paris, 1879; 8°.

Apotheker-Verein, Allgem. österr.: Zeitschrift (nebst Anzeigen-Blatt). XVII. Jahrgang. Nr. 14. Wien, 1878; 8°.

Astronomische Nachrichten. Band 95; 2. Nr. 2258. Kiel, 1879; 4°.

Central-Commission, k. k. statistische: Ausweise über den auswärtigen Handel der österr.-ungar. Monarchie im Sonnenjahre 1877. XXXVIII. Jahrgang. Wien, 1879; gr. 4°.

Central-Commission, k. k. statistische: Nachrichten über Industrie, Handel und Verkehr. XV. Bd. 4. Heft. Hauptergebnisse der österr. Eisenbahn-Statistik im Jahre 1877. Wien, 1879; 4°.

Comptes rendus des Séances de l'Académie des Sciences: Tome LXXXVIII. Nr. 17. Paris, 1879; 4°.

Erlangen, Universität: Akademische Schriften von 1878; 46 Stücke 8° & 4°.

Gewerbe-Verein, n.-ö.: Wochenschrift. XL. Jahrg. Nr. 19. Wien, 1879; 4°.

Ingenieur- und Architekten-Verein, österr.: Wochenschrift. IV. Jahrgang, Nr. 19. Wien, 1879; 4°.

— — Zeitschrift. XXXI. Jahrgang, 3. & 4. Heft. Wien, 1879; gr. 4°.

Instituut, koninklijk nederlandsch meteorologisch: Jaarboek voor 1873. II. Deel. Utrecht, 1878; Quer-4°. — Jaarboek voor 1877, I. Deel. Utrecht, 1878; Quer-4°. — Rapport sur la Question 19 du Programme pour le congrès météorologique de Rome par M. J. Violle. Utrecht, 1879; gr. 4°. — Rapport du Comité permanent du premier congrès météorologique de Vienne. Utrecht, 1879; gr. 4°.

— — voor de Taal-, Land- en Volkenkunde van Nederlandsch-Indie: Bijdragen. II. Deel. — 3e Stuk. 'S Gravenhage, 1878; 8°.

Nature. Vol. 20. Nr. 497. London, 1879; 4°.

New South Wales: Report of the Council of Education upon the condition of the public schools and of the certified denominational schools for the year 1877. Sidney, 1878; 4°.

— — Annual Report of the Department of Mines for the year 1877. Sidney, 1878; 4°.

— — Railways. Report on their construction and working during 1876; by John Rae. Sydney, 1877; 4°. — Remarks on the sedimentary formations of New South Wales; by the Rev. W. B. Clarke. IV. edition. Sydney, 1878; 8°.

Nouvo Cimento, II. 3. série. Tomo V. Gennaio e Febbraio 1879. Pisa; 8°.

Observatory, the royal at Greenwich: The nautical Almanac and astronomical Ephemeris for the year 1882. London, 1878; 8°.

— the: A monthly review of Astronomy. Nrs 24 & 25. London, 1879; 8°.

Reichsanstalt, k. k. geologische: Jahrbuch. Jahrgang 1879. XXIX. Band. Nr. 1. Jänner, Februar, März. Wien, 1879; 4°.

„Revue politique et littéraire“ et „Revue scientifique de la France et de l'Étranger.“ VIIIe Année, 2e Série, Nr. 45. Paris, 1879; 4°.

Società degli Spettroscopisti Italiani: Memorie. Dispensa 3^a, Marzo 1879. Palermo; 4°.

Société géologique de France: Bulletin. 3e Série. Tome VII, Nr. 2. 1879. Paris, 1878 à 1879; 8°.

Society, the Royal astronomical: Monthly notices. Vol. XXXIX. Nr. 6. April 1879. London; 8°.

— the Royal of New South Wales: Journal and Proceedings 1877. Vol. XI. Sydney, 1878; 8°.

— the Linnean of New South Wales. The Proceedings. Vol. II. Part the fourth. Vol. III. Part the first. Sydney, 1878; 8°.

Verein militär-wissenschaftlicher in Wien: Organ. XVIII. Band, 3. Heft. 1879. Wien; 8°.

Wiener Medizin. Wochenschrift. XXIX. Jahrg., Nr. 19. Wien, 1879; 4°.

XIII. SITZUNG VOM 23. MAI 1879.

Herr Hofrath Freih. v. Burg übernimmt als Alterspräsident den Vorsitz.

Die Directionen der königl. baier. meteorologischen Centralstation in München und der École polytechnique in Paris senden Dankschreiben für die diesen Instituten im Tauschverkehr bewilligten akademischen Publicationen.

Das c. M. Herr Prof. v. Barth übersendet eine in seinem Laboratorium ausgeführte Arbeit: „Über die Bildung der Cinchomeronsäure aus dem Chinin und deren Identität mit einer Pyridindicarbonsäure" von Dr. H. Weidel und M. v. Schmidt.

Das c. M. Herr Prof. E. Ludwig übersendet eine in seinem Laboratorium von Dr. Wilhelm Suida ausgeführte Arbeit „Über die Einwirkung von Oxalsäure auf Carbazol."

Herr Prof. R. Maly in Graz übersendet zwei, in seinem Laboratorium von Herrn Rud. Andreasch ausgeführte Arbeiten:
1. „Über die Zersetzung des Sulfhydantoïns durch Barythydrat";
2. „Über eine der Thioglycolsäure eigenthümliche Eisenreaction".

Herr Dr. Rudolf Benedikt übersendet eine im Laboratorium für analytische Chemie an der k. k. technischen Hochschule in Wien ausgeführte Untersuchung „Über Bromoxylderivate des Benzols."

Der Secretär legt ein zur Wahrung der Priorität eingesendetes versiegeltes Schreiben des Herrn Julius Leth in Wien vor, welches angeblich die Beschreibung einer von ihm gemachten wissenschaftlichen Erfindung enthält.

Das w. M. Herr Hofrath v. Hochstetter legt eine Abhandlung von Prof. Dr. K. Th. Liebe in Gera über die fossile Fauna der Höhle Výpustek in Mähren vor.

An Druckschriften wurden vorgelegt:

Abeille, Dr.: Guérison des Déviations e Inflections de l'Uterus par la myotomie utero-vaginale ignée. Paris, 1878; 8°.

Academia, Real de Ciencias medicas, fisicas y naturales de la Habana: Anales. Entrega 177. Tomo XV. Abril 15. Habana, 1879; 8°.

Akademie der Wissenschaften, Königl. Preuss., zu Berlin: Monatsbericht. Januar & Februar 1879. Berlin; 8°.

— — kaiserliche: Repertorium für Meteorologie. Band VI, Heft 1. Sanct Petersburg, 1878; 4°. — Annalen des physikalischen Central-Observatoriums. Jahrgang 1877. Sanct Petersburg, 1878; gr. 4°.

Berliner Astronomisches Jahrbuch für 1881 mit Ephemeriden der Planeten (1) — (187) für 1879. Berlin, 1879; 8°.

Certes, M. A,: Sur une méthode de conservation des Infusoires. Paris, 1879; 4°.

Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences. Tome LXXXVIII, Nr. 18. Paris, 1879; 4°.

Gesellschaft, Deutsche Chemische: Berichte. XII. Jahrgang, Nr. 7. Berlin, 1879; 8°.

— — k. k. der Ärzte: Medizinische Jahrbücher. Jahrg. 1879. 1. Heft. Wien; 8°.

— österr., für Meteorologie: Zeitschrift. XIV. Band, April- und Mai-Heft. Wien, 1879; 4°.

— physikalisch-medicinische in Würzburg: Verhandlungen. N. F. XIII. Bd. 3. & 4. Heft. Würzburg, 1879; 8°.

Gewerbe-Verein, n.-ö.: Wochenschrift. XL. Jahrg. Nr. 20. Wien, 1879; 4°.

Ingenieur- und Architekten-Verein, österr.: Wochenschrift IV. Jahrgang Nr. 20. Wien, 1879; 4°.

Journal, the American of Science and Arts. Vol. XVII. Nr. 101. May 1879. (Whole number CXVII). New Haven; 8°.

Landwirthschafts-Gesellschaft, k. k. in Wien: Verhandlungen und Mittheilungen. Jahrgang 1879. 2. Heft. Wien; 8°.

Marburg, Universität: Akademische Schriften pro 1877—78. 37 Stücke 4° & 8°.

Militär-Comité, k. k. technisches und administratives: Mittheilungen über Gegenstände des Artillerie- und Genie-Wesens. Jahrgang 1879. 4. Heft. Wien, 1879; 8°.

Moniteur scientifique du Dteur Quesneville. Journal mensuel. 23e Année. 3e Série. Tome IX, 449e Livraison. Mai 1879. Paris; 4°.

Osservatorio del R. collegio Carlo Alberto in Moncalieri: Bullettino meteorologico. Vol. XIII. Nr. 10 & 11. Torino, 1879; 4°.

Reichsanstalt, k. k. geologische: Verhandlungen. Nr. 6, 7 & 8. Wien, 1879; 4°.

Reichsforstverein, österr.: Österr. Monatsschrift für Forstwesen. XXIX. Band. Jahrgang 1879. April- und Mai-Heft. Wien; 8°.

Società di Scienze naturali ed economiche di Palermo: Giornale. Anno 1878. — Volume XIII. Palermo, 1878; 4°.

— italiana di Antropologia, Etnologia e Psicologia comparata: Archivio. Vol. IX. Fascicolo 1. Firenze, 1879; 4°.

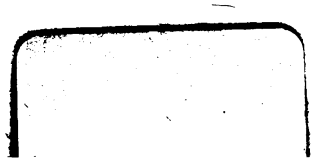
Society, the royal geographical: Proceedings and Monthly Record of Geography. Vol. I. Nr. 5. May 1879. London; 8°.

— the royal geological of Ireland: Journal. Vol. XV. Part 1. 1877—78. London, Dublin, 1878; 8°.

Verein für naturwissenschaftliche Unterhaltung zu Hamburg: Verhandlungen. 1876. III. Band. Hamburg, 1878; 8°.

Vierteljahresschrift, österr., für wissenschaftl. Veterinärkunde. LI. Band, 1. Heft. (Jahrgang 1879. I.) Wien; 8°.

Wiener Medizin. Wochenschrift. XXIX. Jahrgang, Nr. 20. Wien, 1879; 4°.



2 Cal 155